

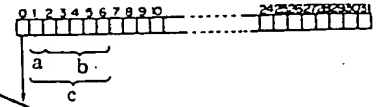
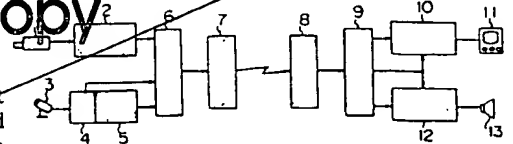
# (54) SYSTEM FOR MAKING BAND IN SOUND-PICTURE TRANSMITTING FRAME VARIABLE

(11) 63-232589 (A) (43) 28.9.1988 (19) JP  
 (21) Appl. No. 62-65442 (22) 19.3.1987  
 (71) FUJITSU LTD (72) TORU YAGIHASHI  
 (51) Int. Cl. H04N7/13, H04N7/14

## Best Available Copy

**PURPOSE:** To make the quantity of data for picture to be transmitted abundant so that the picture quality can be improved on a receiving side, by using a band assigned to sound transmission as a band for picture transmission when no sound is produced.

**CONSTITUTION:** At a multiplexing section 6, a time slot "0" is used as the time slot for control data and, when control data from a sound detecting section are inserted into the time slot "0" and sounds are detected, sound codes from a sound coding section 5 are assigned to a time slot "1" and codes from a picture coding section 2 are assigned to time slots "2~6". Thus multiplexed data are constituted. Upon receiving a control signal indicating that no sound is detected, the multiplexing section 6 assigns picture codes to the time slots "2~6" and, at the same time, the picture codes to the time slot "1" also. As a result, picture data are transmitted at a higher speed (or more data are transmitted).



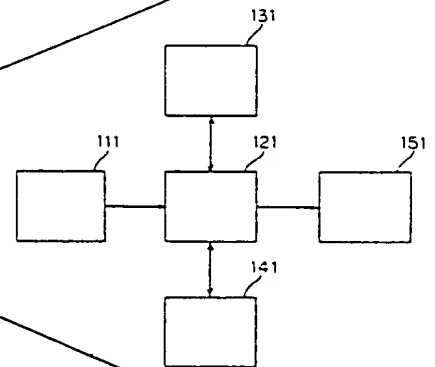
4: sound detecting section. 7,8: interface section circuit.  
 9: demultiplexing section. 10: picture decoding section.  
 12: sound decoding section. a: sound, b: picture, c: time slot for control

# (54) TERMINAL DEVICE FOR VIDEOTEX

(11) 63-232590 (A) (43) 28.9.1988 (19) JP  
 (21) Appl. No. 62-65335 (22) 19.3.1987  
 (71) FUJITSU LTD (72) TAKAKO FUJITA  
 (51) Int. Cl. H04N7/173, G06F3/14, G06F13/00, H04L13/00

**PURPOSE:** To make character information easily changeable, by displaying in such a way that character codes are inputted from a character code inputting means and displaying data are obtained in accordance with displaying information stored in a defined table storing means and data codes stored in a data code storing means.

**CONSTITUTION:** A character code inputting means 111 inputs character codes. A control means 121 outputs displaying data corresponding to the character codes in accordance with displaying information corresponding to character codes stored in a defined table storing means 131 and data codes stored in a data code storing means 141 and a displaying means 151 displays the displaying data. In other words, character codes are inputted from the character code inputting means 111 and displaying data are prepared at the control means 121, and then, the displaying data thus prepared are displayed by the displaying means 151. Therefore, when the inputted character codes are changed, the character information can easily be changed.

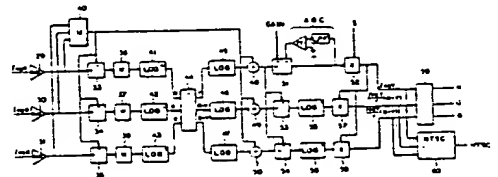
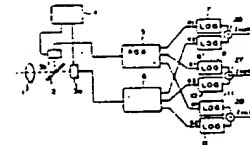


# (54) LOGARITHMIC COLOR IMAGE PICKUP DEVICE

(11) 63-232591 (A) (43) 28.9.1988 (19) JP  
 (21) Appl. No. 62-234133 (22) 18.9.1987 (33) JP (31) 86p.244830 (32) 15.10.1986  
 (71) OLYMPUS OPTICAL CO LTD (72) TATSUO NAGASAKI(2)  
 (51) Int. Cl. H04N9/04, H04N9/07, H04N9/64

**PURPOSE:** To obtain a colored video of a desired dynamic range, by providing a means which carries out logarithmic compression and carrying out process in accordance with nature peculiar to colored picture.

**CONSTITUTION:** Outputs of a pair of color image pickup elements 3a and 3b are respectively separated into three primary-color signals at a pair of RGB separation circuits 5 and 6 and each separated output is amplified by means of logarithmic amplifiers 7~12 in such a way that the output is approximated to a logarithmic characteristic at every color. The output signals are added to each other at each color by adders 26~28 and the added signals are subjected to inverse logarithmic transformation at inverse logarithmic transformation circuits 41~43 of a floating point system. The outputs of the circuits 41~43 are linear-matrix-transformed by means of a matrix transforming circuit 44 and logarithmic compression is performed on the transformed output signals at logarithmic compression circuits 45~47. Color signals are synthesized by using the output signals of the circuits 45~47 and those of the logarithmic amplifiers 7~12. Therefore, the dynamic range of a colored picture can be improved remarkably.



1: driving circuit. 59: inverse matrix transforming circuit.  
 60: NTSC converting section

USEN 08/964,180

## ⑫ 公開特許公報(A)

昭63-232591

⑬ Int. Cl.<sup>4</sup>H 04 N 9/04  
9/07  
9/64

識別記号

庁内整理番号

B-8321-5C  
A-8321-5C  
R-7245-5C

⑭ 公開 昭和63年(1988)9月28日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全41頁)

⑮ 発明の名称 対数カラー撮像装置

⑯ 特 願 昭62-234133

⑰ 出 願 昭62(1987)9月18日

優先権主張 ⑱ 昭61(1986)10月15日 ⑲ 日本(JP) ⑳ 特願 昭61-244830

㉑ 発 明 者 長 崎 達 夫 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリジナル光学工業株式会社内

㉒ 発 明 者 山 田 秀 俊 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリジナル光学工業株式会社内

㉓ 発 明 者 藤 森 弘 善 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリジナル光学工業株式会社内

㉔ 出 願 人 オリジナル光学工業株式会社 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

㉕ 代 理 人 弁理士 伊 藤 進

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

対数カラー撮像装置

## 2. 特許請求の範囲

1. 光像を電気信号に変換する撮像素子と、

前記撮像素子の出力を原色又は補色ごとに分離する色分離手段と、

前記色分離手段の出力を原色又は補色ごとに対数圧縮する第1の対数圧縮回路と、

前記第1の対数圧縮回路からの信号を逆対数変換する逆対数変換回路と、

前記逆対数変換回路の出力について線型マトリクス変換をおこなうマトリクス変換回路と、

前記マトリクス変換回路の出力信号を対数圧縮する第2の対数圧縮回路と、

前記第2の対数圧縮回路の出力信号と前記第1の対数圧縮回路の出力信号とを用いてカラー信号を合成する手段と、

を具備したことを特徴とする対数カラー撮像装置。

2. 前記撮像素子の出力を原色又は補色ごとに分離する色分離手段は前記撮像素子に設けられたカラーフィルタ及び前記撮像素子の出力を分離する色分離回路であることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の対数カラー撮像装置。

3. 前記色分離手段の出力を対数圧縮する第1の対数圧縮回路は、入力信号に対する出力を対数に近似させる対数増幅器及び露光量の異なる画素信号を加算する加算器であることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の対数カラー撮像装置。

4. 前記カラー信号を合成する手段は、前記第1の対数圧縮回路の出力信号と前記第2の対数圧縮回路の出力信号とを用いて前記マトリクス変換回路より出力される輝度及び色差信号に対し輝度信号には対数圧縮を行ない、色差信号には輝度信号の圧縮度の乗算を行なう回路であることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の対数カラー撮像装置。

5. 前記第1の対数圧縮回路の出力信号と前記第2の対数圧縮回路の出力信号とを用いてカラー

信号を合成する手段は、前記マトリクス変換回路より出力される輝度信号に対数圧縮を行ない、前記原色又は補色ごとに對数圧縮された信号に輝度信号の圧縮度の乗算を行なう回路であることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の對数カラー撮像装置。

6. 前記對数圧縮された信号を逆對数変換する逆對数変換回路は、フローティングポイント方式の逆對数変換する回路であることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の對数カラー撮像装置。

7. 前記對数圧縮する第1の對数圧縮回路は、前記撮像素子の出力が對数特性となるように前記撮像素子に駆動パルスを加える駆動回路を有することを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の對数カラー撮像装置。

8. 前記撮像素子の出力を原色又は補色ごとに分離する色分離手段は、光像を画面ごとに異なった原色成分に分離するフィルタ及び画面ごとに信号を切り換える回路であることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の對数カラー撮像装置。

回路と、該マトリクス変換回路の出力信号を對数圧縮する第2の對数圧縮回路と、該第2の對数圧縮回路の出力信号と前記第1の對数圧縮回路の出力信号とを用いてカラー信号を合成する手段とを備えた電子カメラ再生機によって記録された映像信号の再生を可能とすることを特徴とする特許請求の範囲第12項記載の對数カラー撮像装置。

14. 前記撮像素子は、その出力を前記原色又は補色ごとに對数圧縮する第1の對数圧縮回路と、原色又は補色ごとに指数伸張する手段にも入力可能で、この指数伸張する手段の出力信号は、對数変換する回路に入力され、切換手段により前記指数伸張する手段の出力及び前記第1の對数圧縮回路の出力とを切換えてカラー信号を合成可能にしたことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の對数カラー撮像装置。

### 3. 発明の詳細な説明

#### 〔産業上の利用分野〕

本発明は、對数カラー撮像装置に関し、特にダイナミックレンジの拡大等の手段を有するもので

9. 前記撮像素子の出力を原色又は補色ごとに對数圧縮する第1の對数圧縮回路は、光像を画面ごとに異なった露光量とするフィルタを含むことを特徴とする特許請求の範囲第3項記載の對数カラー撮像装置。

10. 前記撮像素子は、電子内視鏡の挿入部先端側に収納したことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の對数カラー撮像装置。

11. 前記撮像素子は、電子カメラ撮像機に収納したことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の對数カラー撮像装置。

12. 前記電子カメラ撮像機は、前記撮像素子の出力を記録媒体に記録する記録手段を有することを特徴とする特許請求の範囲第11項記載の對数カラー撮像装置。

13. 前記記録媒体は、該記録媒体に記録された映像信号を原色ごとに對数圧縮する第1の對数圧縮回路と、對数圧縮された信号を逆對数変換する逆對数変換回路と、この逆對数変換回路の出力について線型マトリクス変換を行うマトリクス変換

ある。

#### 〔従来の技術〕

一般に、撮像素子のダイナミックレンジは、50dB程度であると言われている。ところが一般的な被写体の輝度差、つまりダイナミックレンジは、これより大きいものが多く、100dB以上のこともある。この点を解決する手段として特開昭60-52171号公報に記載されているような技術的手段があるが、これはあくまで白黒画像を対象としたものであり、カラー画像を対象とするものではない。

#### 〔発明が解決しようとする問題点〕

特開昭60-52171号公報(特開昭58-160916号)に記載されているダイナミックレンジ改善手段は、白黒画像を対象としたものであり、カラー画像を対象とするものではない。カラー画像を対象とする場合には、カラー画像特有の性質に応じた格別の処理を行なう必要があるが、現在のところその具体的手段がない。このため、カラー撮像を行なう場合に、種々不具合があり、

良好なカラー画像を得ることが困難であった。

そこで本発明は、従来の撮像素子(例えば50dB)を用いたものでありながら、カラー画像のダイナミックレンジを大幅に改善でき、極めて良好なカラー画像の撮像を行なえる対数カラー撮像装置を提供することを目的とする。

〔問題点を解決するための手段〕

本発明は上記問題点を解決し目的を達成するために、第1実施例では次のような手段を講じた。すなわち、一対のカラー撮像素子の出力を、一対のRGB分離回路にてそれぞれ三原色信号に分離し、分離した各出力を対数増幅器により各色ごとに対数特性に近似させる如く増幅し、その出力信号を加算器により各色ごとに加算し、この加算された信号をフローティングポイント方式の逆対数変換回路にて逆対数変換し、この逆対数変換回路の出力をマトリクス変換回路により線形マトリクス変換し、その変換出力信号を対数圧縮回路にて対数圧縮し、この対数圧縮回路の出力信号を利用調整等を行ないながらカラー信号に合成するよう

にした。

〔作用〕

このような手段を講じたことにより、次のような作用を呈する。RGBの三原色ベクトルで示される色空間は、マトリクス変換により、第1図に示すように輝度信号Yと、これに垂直な面として示される色相面M(R-YとB-Yの直交座標にて表示される)に分けて考えることができる。第1図中Yは色相を示し、rは彩度を示し、CBは色ベクトルを示している。ところで、カラー画像のダイナミックレンジを拡大するには、輝度信号Yのみを圧縮すればよいのであるが、視覚上の彩度rは輝度Yで規格化されたもの(彩度の絶対値が同じでも輝度が2倍になれば、彩度は1/2となる)であるから、輝度Yの圧縮比を彩度rに乘じなければならない。つまり輝度Yを対数圧縮するときは、 $\log Y/Y$ をR-Y, B-Yに乘じればよい。かくして前記手段を講じたことにより、視覚上での彩度、色相に影響なくダイナミックレンジを拡大することが可能となる。

〔実施例〕

第2図および第3図は本発明の第1実施例の全体的構成を示すブロック図である。第2図に示すように、結像レンズ1、ハーフミラー2を通った光像は、撮像素子3a, 3bに入射する。撮像素子3a, 3bは駆動回路4により駆動され、光像を電気信号に変換する。この信号は、RGB分離回路5, 6に送られ、二組のRGB信号に分離される。

今、撮像素子3a, 3bのダイナミックレンジを50dBとし、ハーフミラー2の(透過光量)/(反射光量)を50dBに設定すると、撮像素子3a, 3bの撮像特性は第4図のようになる。第4図の入力座標は対数目盛となっている。第4図において、aは撮像素子3aの撮像特性であり、bは撮像素子3bの撮像特性である。上記撮像素子3a, 3bの出力を単純に加算すると、第5図のように折線近似で表わされる100dBの対数撮像特性が得られる。第5図の破線は理想的な対数特性を示している。上記折線の部分を破線で示

す理想的な対数特性にできるだけ接近させるために、第2図に示すように対数増幅器7~12を用いている。

第6図は対数増幅器7~12の内部構成を示す図で、第5図の折線の範囲(50dB)を4段の折線でさらに対数特性に近似させるようにした例である。第6図の13~15はそれぞれ12.5dBの増幅度をもつ増幅器である。また16~19は12.5dBに相当する振幅でリミッタを行なうウィンドウ回路である。また20は加算器である。

第7図は第6図に示す対数増幅器の作用を示す図で、21はウィンドウ回路16の出力、22はウィンドウ回路17の出力、23はウィンドウ回路18の出力、24はウィンドウ回路19の出力、をそれぞれ示す。これらの4図の出力を第6図の加算器20で加算することにより、第7図に25で示すような100dBのダイナミックレンジを有する理想的な対数特性に近付けることができる。

なお第6図の例では4段で近似させる場合を示したが、段数を増せばさらに良好な近似が得られ

ることは言うまでもない。実際にはウィンドウ回路16～17に使用する半導体系子の対数特性を利用して少ない段数で実施可能である。

上記説明から解かるように、二組のRGB出力をさらに対数増幅器7～12を通すことにより、理想的な対数特性となし、これを第2図に示す如くRGB毎に加算器26, 27, 28にてそれぞれ加算することにより、一階正確な100dBのダイナミックレンジをもつ信号 $\log R$ ,  $\log G$ ,  $\log B$ を得ることが出来る。

ところで、カラー画像に関しては、前述したように信号 $\log R$ ,  $\log G$ ,  $\log B$ を、 $\log Y$ ,  $\log Y(R-Y)/Y$ ,  $\log Y(B-Y)/Y$ の形に変換しなければならない。次にその手段について説明する。

基本原理は逆対数増幅器によって逆変換を行ない、各色信号 $R$ ,  $G$ ,  $B$ を取出したのち、線形マトリクス変換回路で $Y$ ,  $R-Y$ ,  $B-Y$ に変換し、その後において $\log Y$ ,  $\log Y(R-Y)/Y$ ,  $\log Y(B-Y)/Y$ に変換することにある。と

幅を示す。上記減算において減ずる値 $\log M$ は

$$\log M = \left( (\log R + \log G + \log B) / 3 \right) - W/2$$

なる式で表わされる。上記値 $\log M$ は、第3図に示す平均値演算回路40によってつくられる。ウィンドウ回路36, 37, 38のリミット値 $W$ は、増幅器29, 30, 31の出力の50dB分のダイナミックレンジに相当する。つまり、信号 $\log R$ ,  $\log G$ ,  $\log B$ の平均値を中心に $\pm 25$ dBの範囲の信号がウィンドウ回路36, 37, 38から出力されることになる。ここでウィンドウの幅を50dBに選んだのは、前記40dBに対して10dBの余裕をみて50dBに設定したからである。50dBのダイナミックレンジであれば、良好な $S/N$ にて逆対数増幅器(指数増幅器)を構成することができ、後のマトリクス変換処理も容易となる。

第9図は逆対数増幅器41, 42, 43の内部構成を示す図である。第9図において、61～63は減算器、64～67はマイナス利得増幅器、

ころが逆対数増幅器で100dBのダイナミックレンジをもつ $R$ ,  $G$ ,  $B$ 信号に変換してから信号処理することは、現実には電気回路そのもののダイナミックレンジ( $S/N$ )の点で不可能である。しかるに、 $R$ ,  $G$ ,  $B$ の相対比率は視覚特性上、40dB以上は必要ないとされている。つまり、40dB以上であっても輝度、彩度、色相の相違が目には感じないということである。この視覚特性を利用して信号 $\log R$ ,  $\log G$ ,  $\log B$ の逆対数変換回路をフローティングポイント方式によって実現することができる。以下その具体的手段について説明する。

まず信号 $\log R$ ,  $\log G$ ,  $\log B$ を第3図に示す増幅器29, 30, 31で第8図の32に示すように2倍に増幅する。そして、これらの出力の実時間平均値が常に第3図のウィンドウ回路36, 37, 38のリミット値 $W$ の半分すなわち $W/2$ になるように減算器33, 34, 35でダイナミックレンジに減算を行ない、第8図の39のような特性となす。第8図の0～ $W$ は50dBのウィンドウ

68～71は0(V)以下をクリップするクリップ回路、72は加算器である。

第3図に示すウィンドウ回路36, 37, 38の各出力は、50dBのダイナミックレンジをもつ逆対数増幅器41, 42, 43に入力し、ここで入力に対して線形な値に変換されたのち、マトリクス変換回路44に入力する。マトリクス変換回路44の出力を式で表わすと、

$$\begin{aligned} Y &= 0.3(10^{\log R - \log M}) + 0.59(10^{\log G - \log M}) + 0.11(10^{\log B - \log M}) \\ &= \frac{1}{M} (0.3R + 0.59G + 0.11B) \\ R - Y &= 0.7(10^{\log R - \log M}) - 0.59(10^{\log G - \log M}) - 0.11(10^{\log B - \log M}) \\ &= \frac{1}{M} (0.7R - 0.59G - 0.11B) \\ B - Y &= -0.3(10^{\log R - \log M}) - 0.59(10^{\log G - \log M}) + 0.89(10^{\log B - \log M}) \\ &= \frac{1}{M} (-0.3R - 0.59G + 0.89B) \end{aligned}$$

ここで $10^{-1}$ は50dBのレンジとなる。

つまり

$$\begin{pmatrix} Y \\ R-Y \\ B-Y \end{pmatrix} \cdot \frac{1}{M}$$

※ Mは前述の $(R \cdot G \cdot B)^{1/3}$

となる。このマトリクス変換回路44の出力は、再度50dBの対数増幅器45、46、47に入力され、対数圧縮がなされたのち、加算器48、49、50によって前記平均値 $\log M$ が加算される。これにより、100dBのダイナミックレンジをもつ $\log Y$ 、 $\log (R-Y)$ 、 $\log (B-Y)$ を合成することができる。この後、 $\log Y$ は加算器51によって利得調整および自動利得調整が行なわれ、係数Sを与えられる乗算器52によってダイナミックレンジの調整が行なわれる。この点に関しては、前記した特開昭60-52171号公報に開示されている技術的手段を用い得る。

一方、 $\log (R-Y)$ と $\log (B-Y)$ は、減算器53、54によって対数増幅器45の出力である $\log Y$ を減じられ、 $\log [(R-Y)/Y]$ 、 $\log [(B-Y)/Y]$ の形に変換される。そし

て100dBのダイナミックレンジをもつ逆対数増幅器55、56によって $(R-Y)/Y$ 、 $(B-Y)/Y$ の形に変換されたのち、乗算器57、58によって乗算器52の出力である $\log Y$ が乗算され、

$$\log Y / Y \cdot (R-Y)$$

$$\log Y / Y \cdot (B-Y)$$

の形に変換される。この後で、逆マトリクス回路59で $R'$ 、 $G'$ 、 $B'$ 信号に変換したり、NTSC信号に変換したりして、通常のカラーTV信号として取扱うことができる。

上記第1実施例によれば、ダイナミックレンジの狭い映像素子を用いたものでありながら、カラー画像のダイナミックレンジを大幅に改善でき、極めて良好なカラー画像の撮像を行なうことができる。

本発明の第2実施例を第10図を参照して以下に説明をする。尚、第1実施例と同じ回路については同じ番号を付する。

第1実施例の第3図に示される増幅器29、3

0、31の出力は第10図の $\gamma$ 補正回路72、73、74に入力され、ここで $\gamma$ 補正が施される。つまり増幅器29、30、31の出力は $\log R$ 、 $\log G$ 、 $\log B$ と言う具合に対数圧縮が施されているため、 $R$ 、 $G$ 、 $B$ に $\gamma$ 補正をかけると言うことは、次式に示す様にこれらの信号に $\gamma$ をそれぞれ乗算すれば良いことになる。

$$\log R^{\gamma} = \gamma \cdot \log R$$

$$\log G^{\gamma} = \gamma \cdot \log G$$

$$\log B^{\gamma} = \gamma \cdot \log B$$

ところで、 $\gamma$ 補正回路は通常 $\gamma < 1$ であるから、第10図において72、73、74に示す様にそれぞれ抵抗 $R_1$ 、 $R_2$ を用いた抵抗分圧による減算器で簡単に構成することができる。ただし、第12図に示す様に $\gamma$ 補正後の最大振幅値(飽和値)を補正前のそれと一致させるために減算の基準電圧 $V_R$ は補正前の最大振幅値(飽和値)に等しく設定されている。次に $\gamma$ 補正を受けた信号 $\log R^{\gamma}$ 、 $\log G^{\gamma}$ 、 $\log B^{\gamma}$ は3つの入力端を有する平均値演算回路40に入力されると共に、それぞ

れ減算器33、34、35及び加算器75、76、77に入力される。平均値演算回路40と減算器33、34、35とウィンドウ回路36、37、38と逆対数増幅器41、42、43とマトリクス回路78と対数増幅器45と加算器48の動作は前述の第1実施例と同じである。マトリクス回路78は $Y$ 信号のみを作るためのものである。加算器48の出力である $\log Y$ (100dBのダイナミックレンジを持つ。)は次に加算器79によって利得調整または自動利得調整が行なわれ、乗算器80によってダイナミックレンジ調整または自動ダイナミックレンジ調整が行なわれる。加算器79に印加される利得調整電圧を $\log b$ 、乗算器80に印加されるダイナミックレンジ調整電圧を $a$ とすれば、乗算器80の出力は $a \log b Y$ となる。切換スイッチ81と82は利得調整およびダイナミックレンジ調整の自動制御と手動制御を切換選択するためのものである。

次に自動利得調整と自動ダイナミックレンジ調整の原理について説明する。自動利得調整は輝度

信号の1画面分の平均値、もしくは画面の一部の平均値(自乗平均でも良い)、もしくは画面の一部に重みづけをした平均値が一定となるように、解選制御をすることで行なわれる。自動ダイナミックレンジ調整は輝度信号の1画面分の標準偏差値、もしくは画面の一部の標準偏差値、もしくは画面の一部に重みづけをした標準偏差値が一定となる様に解選制御をすることで行なわれる。第10図のうち83は前述の輝度信号の平均値を求めるためのローパスフィルタである。ローパスフィルタ83の出力は比較増幅器84によって、(可変抵抗VR1で設定できる。)利得基準電圧86と比較増幅器85(差動増幅)された後、切換スイッチ81を経て加算器79に入力され、輝度信号と加算される。こうすることにより解選ループが成立し、輝度信号の平均値(ローパスフィルタ83の出力)が利得基準電圧86と等しくなるように自動的に制御される。この様にして自動利得制御を受けた輝度信号は次に乗算器80に入力される。乗算器80の出力は標準偏差値を求

める標準偏差生成回路100に入力される。まず減算器100-1によって輝度信号の平均値(ローパスフィルタ83の出力)が差し引かれた後自乗乗換器100-2によって換算が行なわれる。そしてローパスフィルタ100-3によって、その平均値が求められた後に、平方根回路100-4に入力され、輝度信号の標準偏差値が求められる。この値は比較増幅器85に入力され、(可変抵抗VR2で設定可能な)ダイナミックレンジ基準電圧87と比較増幅器85(差動増幅)された後、切換スイッチ82を経て乗算器80に入力され輝度信号と乗算される。こうすることにより解選ループが成立し、輝度信号の標準偏差値がダイナミックレンジ基準電圧87と等しくなるように自動的に制御される。尚、第10図に示す標準偏差値を求める標準偏差生成回路100は簡易化して第11図に示す標準偏差生成回路100'の様にしても良い。つまり減算器100-1で平均値を差し引いた後、検波回路100-5で絶対値検波を行ない、ローパスフィルタ100-6で輝度信号

の分散の平均値を求めても良い。このようにして利得とダイナミックレンジの制御を受けた輝度信号は次に対数増幅器92に入力される。

尚、第10図において、切換スイッチ81とか82を図で示す接点Sa側がオンするように切換えたと、それぞれ可変抵抗VR3, VR4で設定された利得設定電圧及びダイナミックレンジ設定電圧が印加され、手動によって利得制御及びダイナミックレンジ制御を行うことができる。

尚、例えば利得を手動制御、ダイナミックレンジを自動制御のように選択できるし、この逆を選択することもできる。

ところで、上記第1実施例においては色信号R-Y, B-Yに輝度信号Yの圧縮度 $\log Y/Y$ を乗じることにより、色相、彩度に影響を与えることなく輝度信号Yのみを圧縮させている。これについては輝度信号Yの圧縮度 $\log Y/Y$ をR, G, Bそれぞれに乗算して $\log Y/Y \cdot R$ ,  $\log Y/Y \cdot G$ ,  $\log Y/Y \cdot B$ としても同じ結果になる。このことは $\log Y$ ,  $\log Y/Y(R-Y)$ ,  $\log$

$Y/Y(B-Y)$ を逆マトリクス回路に通すと $\log Y/Y \cdot R$ ,  $\log Y/Y \cdot G$ ,  $\log Y/Y \cdot B$ となることからわかる。そこで本実施例においては乗算器80の出力、つまり $a \log b Y$ を一旦、100dBの対数増幅器92によって圧縮し、 $\log(a \log b Y)$ の形にする。次にこの信号から加算器48の出力である $\log Y$ を減算器88によって減ずることにより、 $\log(a \log b Y/Y)$ の信号を得る。この減算器88の出力を加算器75, 76, 77によって $\log R$ ,  $\log G$ ,  $\log B$ にそれぞれ加算することによって $\log(a \log b Y/Y \cdot R)$ ,  $\log(a \log b Y/Y \cdot G)$ ,  $\log(a \log b Y/Y \cdot B)$ を得ることができる。この後100dBの逆対数増幅器89, 90, 91で $a \log b Y/Y \cdot R$ ,  $a \log b Y/Y \cdot G$ ,  $a \log b Y/Y \cdot B$ を得ることができ、結果的に色相、彩度に影響を与えることなく輝度信号のみを圧縮することができる。ここで上記第1実施例と比較した第2実施例の特徴を述べると、第1実施例においては色信号R-Y, B-Yは正負の値

幅を持つため、対数増幅器46、47と加算器49、50と減算器53、54と逆対数増幅器55、56は信号を正負に分けて、それぞれ計算しなくてはならなくなり、回路が多少複雑になる。これは対数の真数は数学的に正の値しか取れないためである。ところがこの第2実施例においては正の値しかとらないR、G、B信号のみで処理を行うため、回路が簡単になる。

次に以上の各実施例で使用しているフローティングポイント方式の他の方式を第13図と第14図を用いて説明をする。

前述のフローティング方式の逆対数変換を行うものにおいては、例えば第10図では入力信号は $\log R^T$ 、 $\log G^T$ 、 $\log B^T$ （第3図では $\log R$ 、 $\log G$ 、 $\log B$ である。）となり、これらの信号の平均値をウィンドウ幅の中心に設定している。これに対しこのフローティング方式のものでは入力信号 $\log R^T$ 、 $\log G^T$ 、 $\log B^T$ （又は $\log R$ 、 $\log G$ 、 $\log B$ でも良い。）の内の一番大きい信号を検出し、その一番大きい信号をウィ

ンドウの上限に設定し、この上限から $-50\text{ dB}$ だけ下のレベルの範囲迄をウィンドウの幅にするものである。ウィンドウの幅より小さい信号、つまり最大信号レベルより $-50\text{ dB}$ 以下の信号は同一振幅として取り扱っても、先述した様にカラー画像の人間の視覚特性上まったく影響がないため、ウィンドウ回路で一旦切り捨ててしまう。実際の回路は第14図に示す様に、 $\log R^T$ 、 $\log G^T$ 、 $\log B^T$ の信号は $\log R^T$ と $\log G^T$ 、 $\log G^T$ と $\log B^T$ 、 $\log B^T$ と $\log R^T$ とをそれぞれ比較する比較器93と94と95に入力される。そして各比較出力は最大値を判定するためのリードオンリメモリROM（ルックアップテーブル）96に入力される。リードオンリメモリ96からの判定信号は高速マルチプレクサ97に入力され、最大信号を選択するために、ダイナミックに切換動作を行う切換信号として機能する。この一連の動作により第13図に示すように常に $\log R^T$ 、 $\log G^T$ 、 $\log B^T$ の信号のうち一番大きい信号が常時選択されることになる。尚、ロー

パスフィルタ98は切換ノイズを取るためのものである。そしてこの最大値から $-50\text{ dB}$ のウィンドウ幅を取るために、ローパスフィルタ98の出力は加算回路99で $50\text{ dB}$ のウィンドウ幅に相当する電圧Wが加算された後減算回路33、34、35に入力され、減算されると共に加算回路48（第3図では48、49、50となる）に入力されフローティングポイント方式のマトリクス演算が行なわれる。

ところで以上の実施例は当然、ディジタル回路でそのまま構成することができる。第3図と第10図に示すアナログ量のフローティングマトリクス演算回路はA/D変換した後リードオンリメモリ等を使用したルックアップテーブル方式による非線形なマトリクス演算により実行しても良いし、浮動小数点演算方式のディジタルシグナルプロセッサ（LSI化されている）によって実施しても良いし、将来的にディジタル技術が進歩したときは実用的である。

次に本発明に他の機能を付加した例について説

明を行なう。加算器48の出力は輝度信号を対数圧縮したものであるから、加算器48の後に2次元ハイパスフィルタを入れることにより、照明ムラ等の乗法的雑音を除去したり、構造強調を効率良く実施したりすることができる。詳しい原理については特願昭60-272885に記載されているので説明をはぶく。

上述の各実施例では画像素子からR、G、Bの原色信号が得られるものであった。カラー画像素子としては補色系、すなわち黄（Ye）、シアン（Cy）、マゼンタ（Ma）等のカラーフィルタを使用する例もある。以下このようなカラー画像素子を用いた場合の実施例について説明する。

第15図は補色フィルタの例を示す。Mg、G、Cy、Yeの4色を使用している。第16図は第3実施例におけるカラー信号処理回路のブロック図を示す。第15図に示すような補色フィルタが受光面に取付けられた画像素子から得られた対数特性をもつ信号 $\log Ma$ 、 $\log G$ 、 $\log Cy$ 、 $\log Ye$ が減算器102～105にそれぞれ入力



される。減算される値  $\log M$  は、

$$\log M = \{ (\log Ma + \log G + \log Cy + \log Ye) / 4 \} - W / 2$$

なる式で与えられ、この値は平均値計算回路101にて生成される。減算器102～105より出力される信号の実時間平均値は常にウィンドウ回路106～109のリミット値  $W$  の半分となり、逆対数増幅器110～113により線形な信号に再現することができる。(尚、第14図に示す方式を用いて最大レベルから50dB下までのウィンドウ幅にしても良い。) 逆対数増幅器110～113より出力される線形な信号  $Ma$ 、 $G$ 、 $Cy$ 、 $Ye$  は、マトリクス回路114により輝度信号  $Y$ 、色差信号  $R-Y$ 、 $B-Y$  に変換される。ここでマトリクス回路114において行なわれる演算のマトリクスの係数は補色フィルタの特性に対応して設定されることはもちろんである。第15図に示す補色フィルタの場合、フィルタ透過率を適切に設定すれば輝度信号及び色差信号は次式で表わされる。

され、視覚上の補正がされた信号  $(R-Y)' = (R-Y) \log Y / Y$ 、 $(B-Y)' = (B-Y) \log Y / Y$  が得られる。なお、補色信号を用いた場合には通常のガンマ補正は行なえないが、対数圧縮された輝度信号を抵抗  $R3$  及び  $R4$  で分圧し、バイアス電圧  $V$  を与えた減衰器130を通してガンマ補正するとともに、輝度信号に応じて色差信号のレベルを調整することによりガンマ補正と同様の効果を得ることが可能である。

尚、131は色差信号レベルの補正を行なう  $Y$  補正用関数交換回路である。以上で得られた輝度信号  $Y'$  及び色差信号  $(R-Y)'$ 、 $(B-Y)'$  はNTSC信号に変換したり、逆マトリクス回路で  $R'$ 、 $G'$ 、 $B'$  信号に変換される。

第17図は本発明の第4実施例におけるカラー信号処理回路を示し、この回路では補色フィルタを用いた場合のカラー信号処理を行う。 $\log Ma$ 、 $\log G$ 、 $\log Cy$ 、 $\log Ye$  の信号がフローティングポイント方式の逆対数増幅器により線形な信号  $Mg$ 、 $G$ 、 $Cy$ 、 $Ye$  に変換されることは、第

$$Y = Ma + Cy + G + Ye$$

$$R - Y = (G + Cy) - (Mg + Ye)$$

$$B - Y = (Mg + Cy) - (G + Ye)$$

すなわちマトリクスの係数は1となり、マトリクス回路114は加算器または減算器のみの単純な構成となる。

さて、減算器102～105によってマトリクス回路114より出力された信号は、平均値  $M$  で割られているものである。従って、これらの信号は対数増幅器115～117により対数圧縮された後加算器118～120により  $\log M$  が加算されることで  $\log Y$ 、 $\log (R-Y)$ 、 $\log (B-Y)$  が得られる。 $\log Y$  信号は加算器121及び乗算器122により、第10図に示す場合と同様に利得及びダイナミックレンジの制御が行なわれる。一方、 $R-Y$  及び  $B-Y$  信号は減算器123、124により  $\log Y$  信号が減算された後、加算器126、127により対数増幅器125より出力された  $\log (\log Y)$  が加算される。そして逆対数増幅器128、129により線形な信号に変換

16図に示す実施例と同様である。これらの信号は4入力の加算器132により加算され、輝度信号  $Y$  が得られる。更に対数増幅器115により対数圧縮された後、加算器118により係数  $M$  が加えられ、 $\log Y$  信号となる。加算器121及び乗算器122により利得及びダイナミックレンジの調整が行なわれ、圧縮された輝度信号  $Y'$  が得られる。

対数増幅器125を通った  $Y'$  信号と  $\log Y$  信号とが減算器133により減算され、 $\log (Y' / Y)$  が得られる。この信号と  $\log Mg$ 、 $\log G$ 、 $\log Cy$ 、 $\log Ye$  とが加算器134～137によりそれぞれ加えられ、各補色信号に  $Y' / Y$  が乗算された信号になる。この後、逆対数増幅器138～141により、4つの線形な信号  $Mg \cdot Y' / Y$ 、 $G \cdot Y' / Y$ 、 $Cy \cdot Y' / Y$ 、 $Ye \cdot Y' / Y$  が得られ、これらが4入力の加減算器142、143に印加されて視覚上の補正がなされた色差信号  $(R-Y)'$ 、 $(B-Y)'$  が得られる。

以上説明したように、補色フィルタを使用した場合でもR、G、Bの原色信号の場合と同様にカラー対数画像を行なうことができる。

ところで、上述した各実施例では、第1図に示すように2つの撮像素子3a、3bを用いて、広いダイナミックレンジ（例えば100dB）の信号を得ているが、撮像手段側でその出力特性（光電変換特性）を対数特性にしたものにしてあると、撮像素子を1つにできるので、小型化できる等の利点がある。

以下、撮像側の出力特性を対数特性にした本発明の第5実施例を説明する。

上記出力特性を対数特性にする方法として、例えば（撮像）素子内対数圧縮することが挙げられる。この具体例として、第18図に示す積型OFD（オーバーフロードレイン）144を備えたIL-CCD（インタライン転送型CCD）145を用いて実現することを説明する。

上記IL-CCD145は、縦方向の受光エレメント列146と交互に垂直シフトレジスタ14

7を配設し、さらに受光エレメント列146と垂直シフトレジスタ147との間に配設した転送ゲート148にトランスファゲート信号 $\phi_T$ を印加することによって、各垂直シフトレジスタ147には隣接する受光エレメント列146で蓄積された信号電荷が転送される。しかして、垂直シフトレジスタ147に垂直転送クロック $\phi_V$ を印加することによって、信号電荷を垂直（縦）方向に転送し、水平シフトレジスタ149に転送し、この水平シフトレジスタ149に水平（横）方向の画素数分の水平シフト用クロック $\phi_H$ を印加することによって、出力アンプ150を経てCCD出力信号を出力できる。尚、各受光エレメント列146に隣接して形成されたオーバーフロードレイン144は、通常は適宜値で正の電圧が印加され（nチャンネルの場合）、受光エレメントで過剰に蓄積された電荷をオーバーフローさせる等させる。この実施例では、このオーバーフロードレイン144への印加電圧を制御して出力特性を対数特性にするものである。尚、ドレインは抵抗Rを

介して接地されている。

素子内対数圧縮の方法は、基本的には素子145の各受光エレメントのポテンシャル井戸の深さを露光時間 $t$ の経過に伴い、次式で表わされる関数 $V(t)$ に従って変化させる。

$$(BT - t) \frac{d}{dt} V(t) + V(t) = A \log \left( \frac{d}{dt} V(t) \cdot BT + 1 \right) \dots (1)$$

但し、ここで時間 $t$ は、最大露光時間（期間） $T$ 以下、つまり $0 \leq t \leq T$ である。又、 $A$ は対数圧縮の度合（ダイナミックレンジ）を表わす定数であり、 $B$ は利得を表わす定数である。

上記(1)式を導くために、第18図に示す関数 $V(t)$ を考える。

第18図において、横軸は時間 $t$ 、縦軸はポテンシャル井戸の深さを表わし、この関数 $V(t)$ はポテンシャル井戸の深さの時間的変化を表わす曲線である。

すなわち、1露光期間中において、露光開始点

から少しだけ経過した時点では、ポテンシャル井戸の深さはごく浅いため、極低輝度の光信号電荷は全てチャージされるが、それ以上の強度の輝度の光信号電荷はポテンシャル井戸の深さに飽和してしまい、この飽和以上に余分の電荷はOFD144に捨てられる。

しかして、時間と共に増加するポテンシャル井戸の深さは $V(t)$ で表わされる。この場合、各時間 $t$ でのポテンシャル井戸の深さ分の電荷量が高上げ分として、その時間 $t$ での $V(t)$ の接線の傾き $dV(t)/dt$ に相当した光信号電荷の蓄積が繰り返されて、この関数 $V(t)$ に従って増加する。上記時間 $t$ での関数 $V(t)$ での接線の傾き $dV(t)/dt$ は、時間 $t$ と共に大きくなる。このため、低輝度成分程電荷蓄積が行われる実質の露光時間が長くなり、その分信号レベルが増大する。一方、高輝度成分になる程、実質の露光時間は短くなり、その分高輝度レベルで曲線である。

すなわち、1露光期間中において、露光開始点

から少しだけ経過した時点では、ポテンシャル井戸の深さはごく浅いため、極低輝度の光信号電荷は全てチャージされるが、それ以上の強度の輝度の光信号電荷はポテンシャル井戸の深さに飽和してしまい、この飽和以上に余分の電荷はOFF 144に捨てられる。

しかし、時間と共に増加するポテンシャル井戸の深さは $V(t)$ で表わされる。この場合、各時間 $t$ でのポテンシャル井戸の深さ分の電荷量が嵩上げ分として、その時間 $(t)$ での $V(t)$ の接線の傾き $dV(t)/dt$ に相当した光信号電荷の蓄積が繰り返されて、この関数 $V(t)$ に従って増加する。上記時間 $t$ での関数 $V(t)$ での接線の傾き $dV(t)/dt$ は、時間 $t$ と共に大きくなる。このため、低輝度成分程電荷蓄積が行われる実際の露光時間が長くなり、その分低輝度レベルが増大する。一方、高輝度成分になる程、実際の露光時間は短くなり、その分高輝度レベルでの信号増大が抑圧されることになる。

上記抑圧の割合が対数圧縮となるように関数 $V$

$$P(T) = A \log \{ Q(T) \} \quad \dots (5)$$

なる関係が成立する必要がある。

ところで、入射光量が0の時(つまり電荷量が0の時)、上記(5)式では $P(T) = -\infty$ となってしまうが、実際の光電変換特性では光電荷が0から始まるのに対応して、 $P(T)$ も0から始まる必要がある。従って、上記(5)式は、これを考慮して、

$$P(T) = A \log \{ Q(T) + 1 \} \quad \dots (5')$$

となるべきである。(すなわち、素子の光電変換特性の縦軸を右に1だけシフトしたことと等価。) また、利得を変えることは、 $T$ を変化できるようにすることであり、例えば $T$ を $B$ 倍すれば良い。(3)、(4)式の $T$ を $B \cdot T$ に置換すれば良い。

従って、(3)、(4)、(5')式より

$$\begin{aligned} & \frac{d}{dt} V(t_1) \cdot B \cdot T - \left( \frac{d}{dt} V(t_1) \cdot t_1 - V(t_1) \right) \\ & = A \log \left\{ \frac{d}{dt} V(t_1) \cdot B \cdot T + 1 \right\} \end{aligned}$$

( $t$ )を以下のようにして求めることができる。

ある時間 $t_1$ における関数 $V(t)$ の接線 $P(t_1)$ は次式で表わされる。

$$\begin{aligned} P(t_1) &= \frac{d}{dt} V(t_1) \cdot t - \left( \frac{d}{dt} V(t_1) \cdot t_1 - V(t_1) \right) \quad \dots (2) \end{aligned}$$

この傾き $dV(t_1)/dt$ を持った輝度の光電荷は露光期間 $T$ 中に、

$$Q(T) = \frac{d}{dt} V(t_1) \cdot T \quad \dots (3)$$

だけ発生し、最大露光時間 $T$ での接線 $P(T)$ は、(2)式より

$$\begin{aligned} P(T) &= \frac{d}{dt} V(t_1) \cdot T - \left( \frac{d}{dt} V(t_1) \cdot t_1 - V(t_1) \right) \quad \dots (4) \end{aligned}$$

だけポテンシャル井戸にチャージされる。

従って、素子の出力特性に対数特性を持たせるためには、

$$\dots (6)$$

となる。

ここで、時間 $t_1$ は0から $T$ までの任意の時間 $t$ で、上式が成立する必要があるので、 $t_1$ を $t$ に置換して

$$\begin{aligned} & \frac{d}{dt} V(t) \cdot B \cdot T - \left( \frac{d}{dt} V(t) \cdot t - V(t) \right) \\ & = A \log \left\{ \frac{d}{dt} V(t) \cdot B \cdot T + 1 \right\} \quad \dots (7) \end{aligned}$$

となり、この(7)式を整理すると

$$\begin{aligned} & (B \cdot T - t) \frac{d}{dt} V(t) + V(t) \\ & = A \log \left\{ \frac{d}{dt} V(t) \cdot B \cdot T + 1 \right\} \end{aligned}$$

となり、(1)式が求められる。

第20図に(1)式を満たす関数 $V(t)$ のグラフを示す。

実際の回路上では、例えば100dBのダイナ

ミックスレンジの圧縮を行なう場合、 $t-T$ における例えば暗電流の様な雑音電荷の蓄積量が素子の最大飽和レベル  $E_{max}$  の例えば  $1/10^5$  となるように定数  $A$  を決め、且つ  $100\text{ dB}$  の光信号が  $E_{max}$  になる様に利得  $B$  を定める。

参考までに、 $A=1$ 、 $B=1$  のとき  $V(t)$  は  

$$V(t) = \log\{T/(T-t)\} - t/T$$
 となる。尚、ここで  $\log$  は自然対数を表わす。

第21図に素子内対数圧縮を行った時の素子の光電変換特性を示す。但し、この特性は、ダイナミックレンジ  $50\text{ dB}$  の素子を使って、雑音ダイナミックレンジを  $100\text{ dB}$  に拡大した場合の例を示す。

上記  $1\text{L-CCD}145$  では、ポテンシャル井戸の深さを変化させる方法として、OFDゲート電圧をOFDゲートの隔壁が一番低くなり、受光エリアにたまった全電荷をOFDに漏してしまふレベル  $V_2$  から、OFDゲートの隔壁の高さが一番高くなるレベル  $V_0$  まで、上記(1)式に従って連続的に変化させることで行われる。

$V_1$  より低い電圧レベル  $V_2$  で、露光状態  $S_1$  をリミットした時に生じる上辺の長さ部分が垂直ブランキングに相当する様に設定されている。この露光状態  $S_1$  は、関数発生回路153に入力され、上記(1)式に従った関数曲線  $V(t)$  の反転出力  $S_3$  が生成される。この出力  $S_3$  は第24図(b)に示す反転前の信号  $S_2$  を反転した図(c)に示す波形となる。つまり、この信号  $S_3$  は、 $t=0$  のとき電圧レベル  $V_2$  であり、 $V_0$  でクランプされた波形になっている。尚、この関数発生回路153の特性に、システム全体の  $\gamma$  特性を考慮して、その  $\gamma$  特性を補正した特性を(1)式の  $A$  の値に持たせ、素子内で  $\gamma$  補正を行わせることもできる。例えば、第22図の破線で示す制御信号  $S_3$  から実線で示す制御信号  $S_3'$  にすることにより、 $\gamma$  補正された信号を出力させることもできる。このように素子内で  $\gamma$  補正を行うと、映像信号処理部に設ける  $\gamma$  補正回路が不要となり、回路を簡化できる。(この場合には、第25図、第43図における破線部  $B$  は不要になる。)

但し、実際にはOFDゲートにかかる電圧は、電荷が負であることにより、上記(1)式の極性を反転し、 $V_2$  から減少させる減少関数となり、第22図の破線で示すものとなる。尚、横軸は時間  $t$  で、 $T$  は例えば  $1/30\text{ sec}$  又は  $1/60\text{ sec}$  である。

上記OFDゲート制御信号  $S_3$  は、例えば次のようにして生成される。

第23図はOFD制御信号発生回路のブロック図を示す。

先ず、利得、ダイナミックレンジが固定の基本システムについて、第23図中の破線で示された流れに従って説明する。

先ずシステムコントローラ151から出力されるタイミング信号により、位相同期がかけられた露光状態発生回路152は、第24図(a)に示す露光状態  $S_1$  が出力される。この露光状態  $S_1$  は、周波数が  $60\text{ Hz}$  (フィールド読出し時) あるいは  $30\text{ Hz}$  (フレーム読出し時) であり、ピーク電圧は例えば  $V_1$  である。但し、このピーク電圧

ところで、被写体によって、全体に明るい被写体の場合あるいはその逆で暗い被写体の場合がある。また、ダイナミックレンジの広い被写体もあれば、ダイナミックレンジの狭い被写体もある。

従って、あらゆる被写体の情報を常に同一の圧縮特性で変換する必要がない場合、各画素を常に最大の  $S/N$  のものにするべく、利得制御(自動利得制御: AGCとか手動による利得制御)とかダイナミックレンジ制御(自動ダイナミックレンジ制御: ADCあるいは手動によるダイナミックレンジ制御)を行えるようにすることは有効なものになる。

上記利得制御は露光時間を制御することで行うことができ、(1)式中の  $B$  を変化できるようにすれば良い。この利得制御を行う制御回路は、第23図に示すように露光状態発生回路152の出力信号  $S_1$  をリミッタ154に入力して、電圧レベル  $V_2$  でリミットした後、減算器155に入力し、電圧  $V_2$  から減算する。この減算出力を乗算器156に入力し、利得制御信号  $S_4$  を乗算し、再度

リミッタ157に入力し、電圧 $V_2$ でリミットし、減算器158に入力し、電圧 $V_2$ から減算する。この減算器158の出力信号 $S_1'$ を関数発生回路153に入力する。この時、利得制御信号 $S_4$ は、後段のカラー対数画像用信号処理部(第25図参照)からの $\log Y$ 信号を用い、この $\log Y$ 信号をLPF161を通過させて1フィールド(あるいは1フレーム)分の積分値を求め、可変抵抗162で適切なレベルに設定された電圧が一方の入力端に印加された比較増幅器163の他方の入力端に入力され、比較増幅された出力信号 $S_4$ が切換スイッチ164を経て乗算器158に入力され乗算してAGCで制御される。又、露出者がこの切換スイッチ164を切換えることにより、可変抵抗165にて任意の値に設定された電圧を乗算する手動による利得制御を行うこともできる。

上記切換スイッチ164を経て出力される信号 $S_4$ は、(1)式のBに相当する。

またダイナミックレンジ制御は、前記関数発生回路153をダイナミックレンジ制御信号 $S_5$ で

その特性を制御することで行なわれる。

この時、ダイナミックレンジ制御信号 $S_5$ は以下のようにして生成される。

先ず利得制御信号 $S_4$ と同じくLPF161を通した $\log Y$ 信号と、このLPF161を通る前の $\log Y$ 信号とを第10図の符号100で示す標準偏差生成回路(又は第11図の100')に入力し、この回路100から出力される信号を得る。

この信号を、(利得制御とは独立に設けられ、適切なレベルに設定できる可変抵抗166が一方の入力端に印加された)比較増幅器167の他方の入力端に印加し、この比較増幅器167を通した比較出力で、切換スイッチ168を通したダイナミックレンジ制御信号 $S_5$ を関数発生回路153に入力してADCによるダイナミックレンジの制御を行う。又、ADCで行うのではなく、露出者が切換スイッチ168を手動側に切換え、可変抵抗169で任意に設定された値により手動制御することもできる。ここで、信号 $S_5$ は、(1)式のAに相当する。

上記第23図に示す実施例では、手動と自動による制御を切換スイッチ164、168で行えるようにしている。

この第5実施例におけるカラー対数画像用映像信号処理部を第25図に示す。

本実施例では、対数特性を自動的にあるいは手動で可変する。

ところで、第25図に示すカラー対数画像用映像処理部ではフローティングマトリクス演算を行なう際、1度リニアに直した後、マトリクス変換を行ない、再度対数変換を行なっている。

ここで用いる逆対数増幅器41~43、89~91、対数増幅器45、92は素子からの出力の対数特性が固定ならば、それに対応させて固定で良い。

しかし、素子からの出力の対数特性が素子内で、あるいは、カラー対数画像用映像処理部の前段で可変できる場合、その時々々の対数特性に応じて逆対数増幅器41~43、89~91、及び対数増幅器45、92の特性を変える必要がある。

そこで、ダイナミックレンジ制御用信号 $S_5$ を用い、まず逆対数増幅器41~43、89~91に対しては、割り算器171により $1/S_5$ を作った後、この信号 $1/S_5$ を用いて逆対数増幅器41~43及び89~91の特性を制御することにより、補正を行なう。

また、対数増幅器45、92に対しては、信号 $S_5$ をそのまま用いて、対数増幅器45、92の特性を制御することにより補正を行なう。

上記逆対数増幅器41~43を通した色信号M<sub>R</sub>、M<sub>R</sub>、M<sub>G</sub>は、マトリクス回路78により輝度信号M<sub>Y</sub>が生成され、対数増幅器45に入力される。尚、破線Bは素子内で $\gamma$ 補正を行う場合、つまり信号 $S_3$ のかわりに $S_3'$ を用いた場合には不要になる。

上記第5実施例では、OFDゲートを制御することで対数圧縮を行うようにしているが、本発明の第6実施例では第26図に示すFT-CCD(フレーム転送型CCD)173を用い、荷電位制御(ポテンシャル井戸の深さの制御)により

同様の機能を実現している。(但し、 $IL-CCD$ のときでも、受光部を拡散フォトダイオードではなく、 $MOS$ フォトダイオードとすると同じ原理が使える。)

第26図において、 $FT-CCD173$ は受光部174に隣接して転送部175が設けられ、受光部174で蓄積された信号電荷は、通常の使用方法では高速の垂直転送信号 $CK_1$ の印加により、転送部175に転送される。この転送部175に転送後は第27図(c)に示す垂直転送クロック $V_2$ で垂直方向に1つ転送し、その後水平シフトレジスタ176に水平方向の面素数の水平シフト用クロック $H$ (第27図(d)参照)を印加することを繰り返して出力アンプを経て $CCD$ 信号が出力される。

ところで、この実施例では上記垂直転送クロック $CK_1$ を印加する前に、第27図(b)に示すように蓄積電位制御信号 $S_3$ を印加して、対数圧縮特性の電荷信号にした後、上述のように高速の転送クロック $CK_1$ を印加して転送部175に転

送する。つまり、この実施例では受光部174には蓄積電位制御信号 $S_3$ と垂直転送クロック $CK_1$ とが印加されることになり、これらをまとめて制御信号 $V_1$ で表わす。

第28図に示すように、上記制御信号 $V_1$ は、減算器177によって電圧 $V_2$ から信号 $S_3$ (第27図(a)参照)を減算して生成された信号 $S_3$ (第27図(b)参照)からさらに $CCD$ 駆動用の垂直転送信号 $CK_1$ を減算(但し $IL-CCD$ に適用する場合には、 $CCD$ 駆動用信号 $CK_1$ を減算する必要はない)してできた信号 $V_1$ を受光部174の入力端に印加する。この場合信号 $S_3$ を電圧 $V_2$ から減算する代わりに、第23図に示す図発生回路153内の反転前の信号(第24図(b)に示す)を $V_2$ に加算しても良い。

また $V_1$ は減算器177からの出力時に適当なレベルに変換されている。

第28図は上記制御信号 $V_1$ が生成される様子を示す。つまり、減算器177により電圧 $V_2$ から信号 $S_3$ を減算して生成された第28図(b)

に示す信号 $S_3$ は、同図(a)に示す信号 $CK_1$ がさらに減算されて同図(c)に示す信号 $V_1$ が生成される。

ところで、上記第5実施例では $IL-CCD$ の場合、 $OFD$ ゲートを制御して対数圧縮特性を実現したが、本発明の第7実施例のように、トランスファゲートを制御して素子内対数圧縮を行うこともできる。

第29図は第7実施例におけるトランスファゲート制御による素子内対数圧縮 $IL-CCD178$ を示す。

この素子内対数圧縮 $IL-CCD178$ では、 $IL-CCD$ の $OFD$ ゲートには正の電圧 $V_0$ が印加され、受光部で蓄積された信号電荷が過剰となった場合、 $OFD$ ゲート側に流す。(電圧 $V_2$ レベル以上。)しかして、受光部で蓄積された信号電荷は通常の使用方法ではトランスファゲートクロック $\tau_0$ の印加により、垂直シフトレジスタに転送され、転送時以外は垂直シフトレジスタ側に信号電荷が漏れるのを防止しているが、この実

施例では電荷蓄積時(転送時以外の時)に、垂直シフトレジスタ側に一部を漏らすような制御信号を印加して対数圧縮特性にするものである。

このため、加算器179により第30図(a)に示す制御信号 $S_3$ と、同図(b)に示すトランスファゲート信号 $\tau_0$ とを加算して、同図(c)に示すような対数圧縮制御信号 $\tau_0'$ を生成し、トランスファゲート端子に印加するようにしている。尚、上記トランスファゲート信号 $\tau_0$ はシステムコントローラから出力される。

また、 $\tau_0'$ は加算器179からの出力時に適当なレベルに変換されている。

第30図(a)に示す制御信号 $S_3$ は電荷蓄積時(露光時)に印加され、この制御信号 $S_3$ のために垂直シフトレジスタ側に漏れた電荷分は、第30図(d)に示す垂直転送クロック $V_1$ によって引き出すようにしている。このため、この垂直転送クロック $V_1$ は、その駆動素子の許容範囲内で最大のクロック速度にすることが望ましい。一方、1露光期間後に出力されるトランスファゲート

ト信号 $\phi_{r0}$ により垂直シフトレジスタに転送された信号電荷は、第30図(d), (e)に示す垂直転送クロック $\phi_{V2}$ 及び水平シフトレジスタ用クロック $\phi_H$ により出力アンプを経て対数圧縮されたCCD信号が出力される。この場合、クロック $\phi_{V2}$ とクロック $\phi_H$ とは同期して出力される。

(但し、 $\phi_{V2}$ と $\phi_H$ との位相は $1/2$ ずらして印加される。)

この第7実施例では、垂直シフトレジスタを信号電荷の垂直転送機能以外に、過剰電荷の掃き出し機能を兼ねさせることにより、オーバーフロー電荷の吸収能力を向上させることができる。又、OFDゲートの負荷を軽減させることができる。

さらに上記実施例では、アナログ回路で対数圧縮特性にするための制御信号を生成しているが、例えば第31図に示すようにディジタル回路で制御信号を生成することもできる。

第8実施例における制御信号発生回路は、第31図に示すように、システムコントローラ151の出力信号はルックアップテーブル(ROMテー

ブル等)180のアドレス端に印加され、読出されたデータはD/Aコンバータ181でアナログ信号に変換され、さらに適当なカットオフ特性を持ったLPF182を通してスムージングして制御信号 $S_3$ を生成している。上記D/Aコンバータ181に入力される信号は第32図の実線で示す細かいステップ状の信号となり、D/Aコンバータ181でアナログ信号に変換し、LPF182を通じた信号は同図の破線で示す制御信号 $S_3$ になる。

上記第8実施例では利得制御は、システムコントローラ151に上記信号 $S_4$ に応じてクロック速度を変化することで行われ、ゲイナミックレンジ制御は同じく上記信号 $S_5$ に応じてルックアップテーブル180へのアドレスをコントロールして対応した曲線の情報を読み出すことで行われる。

上述した素子内対数圧縮特性を得る各実施例の他の実施例として、第34図に示す方法を用いてもよい。

本発明の第9実施例では、第34図に示すよう

に、1露光期間中にN回露光及び垂直シフトレジスタへの転送を行い、垂直シフトレジスタ上でN回分のチャージ量を加算し、素子内対数圧縮を行うものである。

但し、この時1回、2回、…、N回と露光する時間は、第33図に示す様に(1)式に対応して非線形に減少させ、且つOFDゲート電圧はゲートの高さが通常の $1/N$ となる様に設定される。N回の(垂直シフトレジスタへの)読出し後には、通常の読出しと同様に信号電荷の読出しが行われる。

第34図(a)に示すように各露光時間 $t_1$ ,  $t_2$ , …の直後に、トランスファゲートクロック $\phi_{r0}$ を印加し、各露光時間で蓄積された信号電荷を垂直シフトレジスタに転送し、この垂直シフトレジスタで加算する。(第18図のIL-CCDに適用して説明している。)しかして、N回の露光時の信号電荷の加算が終了した直後に、第34図(b), (c)に示すように垂直転送クロック $\phi_{V1}$ 及び水平シフトレジスタ用クロック $\phi_H$ を印加

して、出力端からCCD信号を出力させる。

ところで、N回のトランスファゲートクロック $\phi_{r0}$ 印加後に通常の読出しと同様にCCD信号を出力している間に、受光部に蓄積された不要な信号電荷は、掃出しをするためトランスファゲートクロック(第34図(a)で $\phi$ で示す)を1つ印加し、その後第34図(b)に示すように垂直転送クロック $\phi_{V2}$ を垂直方向の画素数分印加し(その後水平シフトレジスタに図示しない水平画素数分のクロックを印加して)掃き出す。尚、OFDゲートには第34図(d)に示すように、ゲート高さが1になる時の電圧 $V_0$ に対し、ゲート高さが $1/N$ (ここでは例えば $1/5$ )となる電圧 $V_1$ が印加される。

このようにして、この実施例ではCCDの光電変換出力特性を対数特性に近似する折れ線特性となる。

撮像素子内で信号を対数圧縮して出力する方式を、CCDではなくX-Yアドレス型の撮像素子に適用した本発明の第10実施例を以下に説明す

る。X-Yアドレス型の撮像素子は画面内の画素を順次走査していくため、画素ごとに露光開始及び終了のタイミングが異なってくる。このため、信号圧縮を行う場合に配慮が必要である。機械式のシャッタを併用して露光開始・終了のタイミングを決める場合とか面順次方式の内視鏡に用いる場合などは、先ほどのCCDで述べた方式と同様に、全画素共通のタイミングで信号を圧縮するパルスを加えてやればよい。しかし、一般的な場合には画素ごとの露光タイミングが異なってくるため、信号圧縮パルスも異なるタイミングで印加する必要がある。この方法を、X-Yアドレス型の撮像素子であるSIT（静電誘導トランジスタ）イメージセンサに適用した場合について以下に説明する。

第35図はSITイメージセンサの1画素183の構成を示し、(a)は構造を示し、(b)は等価回路を示す。第35図に示す画素183に光が入射するとゲート184に正孔が蓄積してゲート電位が上昇し、ソース185及びドレイン186間

に流れる電流が増加する。尚、符号187はゲート184に接続されたキャパシタである。上記ソース185及びドレイン186間の電流を各画素から検出して映像信号を得る。このような撮像素子において出力信号を圧縮する方法については特願昭58-213488において前述してある。従って、ここで示されている原理を用いて、対象圧縮特性が得られる撮像素子について説明する。第36図は撮像素子装置188の全体の回路構成を示す。

この撮像素子装置188は、第35図に示す画素183がマトリクス状に配列されている。各画素のゲート184は、行ライン189-1, 189-2, ..., 189-nに接続され、ソース185は列ライン190-1, 190-2, ..., 190-mにそれぞれ接続されている。尚、各画素183のドレイン186は、全画素共通に接続されている。行ライン189-i (i=1, 2, ..., n) は、垂直走査回路191に接続され、列ライン190-j (j=1, 2, ..., m) は水平走査回路1

92及びリセット回路193に接続されている。

垂直走査回路191は、垂直シフトレジスタ194、アナログシフトレジスタ195及び信号混合回路196を備えている。水平走査回路192は、水平シフトレジスタ197、水平選択スイッチ198及びビデオライン199を備えている。リセット回路193は、リセットスイッチ200から成る。上記撮像素子装置188の動作タイミングを示す信号波形を第37図に示す。

第37図において、 $\phi_s$  は水平走査回路192から出力されるパルス。又、 $\phi_{g1}$ ,  $\phi_{g2}$ ,  $\phi_{gn}$  は、垂直走査回路191から出力されるパルスであり、 $\phi_{rs}$  はリセット回路193に印加されるパルスである。

上記第36図に示す撮像素子装置188の動作を第37図を参照して以下に説明する。

第37図の各パルス $\phi_{g1}$ ,  $\phi_{g2}$ , ...,  $\phi_{gn}$  において、電圧 $V_{RD}$ は該当する行ライン189-iを读出するための電圧であり、この電圧 $V_{RD}$ が印加されるタイミングは垂直シフトレジスタ1

94により与えられる。又、電圧 $V_{OF}$ は水平ブランキング期間ごとに与えられる電圧であり、アナログシフトレジスタ195により与えられる。信号混合回路196は垂直シフトレジスタ194、アナログシフトレジスタ195の出力を適切なタイミングで混合し、パルス $\phi_{o1}$ ,  $\phi_{o2}$ , ... を生成する。水平走査回路192においては、水平走査期間ごとに水平シフトレジスタ197が動作することにより、水平選択スイッチ198, ..., 198が順次開き、列ライン190-1, 190-2, ..., 190-nの信号が順次ビデオライン199に読み取られる。リセット回路193においては、リセットスイッチ200が水平ブランキング期間ごとにパルス $\phi_{rs}$ に同期して開く。いま行ライン189-1に接続される画素183について考える。パルス $\phi_{g1}$ が $V_{RD}$ となった時に、水平走査回路192の動作により各画素183の信号が順次読み出される。続く水平ブランキング期間において $V_{OF}$ が各画素183を完全にリセットする高い値で印加され、またリセットスイッチ2



00が関くことにより、画素183のリセットが行われ、画素183のゲートは積分開始時の低い値となる。一水平走査周期後の次の水平ブランキング期間においては $V_{OF}$ がやや低い値とされている。一方、各画素183のゲート電位は、画素183に入射した光量に応じて上昇している。光量の大きかった画素183に対してはゲート電位がクリップされ、光量の小さい画素の電位はクリップされずそのまま保たれる。このため、光量の大きかった画素183の信号のみが圧縮される。次のブランキング期間においても再び、この信号圧縮動作が行われる。圧縮のレベルは電圧 $V_{OF}$ により決められる。以下同様に水平ブランキング期間ごとに信号圧縮が行われ、1垂直走査周期後に $\phi_{01}$ が再び $V_{RD}$ となることにより、圧縮された信号が読み出される。ここで $V_{OF}$ の電圧を第38図 $\phi_A$ で示されるように(1)式に従って変化させれば、対数的に圧縮された信号出力が得られる。

他の行ライン189-1' (1' ≠ 1)に接続

ができる。

尚、垂直走査回路191に用いるアナログシフトレジスタ195として、例えばBBB(Bucket Brigade Device)を使用することができる。これは第39図(a)に示されるようにMOSトランジスタQ1とキャパシタC1とを多数段接続したものであり、第39図(b)に示されるような構造をもつ。BBBを使用すれば簡単な回路でアナログシフトレジスタ195を構成することができる。

以上述べた方式により信号を対数圧縮して出力する方式は、他のX-Yアドレス方式の撮像素子にも適用できる。

次にCMD(Charge Modulation Device)を用いた本発明の第11実施例について説明する。

第40図はCMDの1画素の構成を示し、図(a)は構造を、図(b)は等価回路を示す。通常ゲート201には負電圧が印加されている。光が入射した時にはゲート201の下に正孔が蓄積し、電位が上昇する。ゲート201に信号読み出しのため光蓄積時より高い電圧(負電圧)が加えられ

された画素183については、垂直走査回路191の働きにより、画素93の読み出されるタイミングだけ遅延された信号 $\phi_0$ が加えられる。(この遅延は読み出し電圧 $V_{RD}$ については垂直シフトレジスタ194で、電圧 $V_{OF}$ についてはアナログシフトレジスタ195で与えられる。)従って、各画素183の動作は行ライン189-1と全く同じことになり、対数圧縮された信号がすべての画素183から得られる。

信号圧縮の程度はアナログシフトレジスタ195に入力される対数圧縮用制御信号としてのパルス $\phi_A$ を変えることにより自由に設定できる。このパルス $\phi_A$ を常時0ボルトとすれば圧縮されない線型の出力特性が得られる。又、このパルス $\phi_A$ を高電圧と低電圧とに切り換えれば2線の折れ線で扱われる特性となる。また(1)式の関数に合わせる場合にも、その幅幅、傾き等を調節することにより、対数圧縮のダイナミックレンジを変化させることができる。このため、先に述べたAGC、ADCの制御をパルス $\phi_A$ により行うこと

ると、ソース202及びドレイン203間の電位が光量に応じて流れ、画素の信号が読み出される。ゲート201に正電圧を加えると、ゲート201下の正孔が消失し、リセットされる。撮像素子全体の構成は、第36図において画素183を第40図に示されるCMD画素におきかえたものとなる。また、リセット回路は不変である。動作タイミングを示す信号波形も第37図と同様であり、ただゲートパルス $\phi_{01}$ 、 $\phi_{02}$ 、... $\phi_{0n}$ の電圧をCMDに適するように変更するだけでよい。

このような撮像素子において、信号読み出し後の水平ブランキング期間にゲート201に正電圧が加えられることにより、画素がリセットされる。その次のブランキング期間にはリセット時より低い電圧が加えられる。入射した光量が大きい画素ではゲート電位が正電位となり、信号がクリップされる。一方、光量が小さい画素では信号がそのまま保たれる。このため、光量の大きかった画素の信号のみが圧縮される。以下水平ブランキング期間ごとにこの圧縮動作が行われ、ブランキング

期間にゲートに加える電圧を(1)式の関数で変化させることにより、対数圧縮された信号出力が得られる。

さらに他のX-Yアドレス型撮像素子に適用した本発明の第12実施例として、AMI (Amplified Mos Imager)を用いた例を次に示す。

第41図はAMIの1画素204の等価回路を示す。フォトダイオード205がMOSトランジスタ206のゲートに接続され、MOSトランジスタ206のドレインにはMOSトランジスタ207のソースに接続されている。フォトダイオード205はダイオード208を介して正電圧によりリセットされる。光が入射するとフォトダイオード205のカソード電位は低下する。このため、MOSトランジスタ206の電流は光が強いほど減少し、これが出力信号として得られる。

撮像素子装置の構成は、第42図のようになる。基本的には第36図と同様であり、同一要素には同一符号で表わしている。1画素に対し読み出し用の行ライン209とリセット用の行ライン21

0の2本の行ラインが設けてある。読み出し用の行ライン209は垂直シフトレジスタ194に接続され、リセット用の行ライン210はアナログシフトレジスタ195に接続されている。

リセット用行ライン210に加えられる電圧 $V_{of}$ は信号読み出し時には0Vに設定されている。信号読み出し後、高い電圧が加えられると、各画素ではダイオード208を介してフォトダイオード205がリセットされる。その後 $V_{of}$ を低下させていくと、光量が小さい画素に対しては、光信号がそのまま保持されるが、光量が大きい画素においては電圧がクリップされるため、信号が圧縮される。この $V_{of}$ を(1)式に従って変化させることにより、対数圧縮された信号を得ることができる。

以上種々の撮像素子について説明したように、X-Yアドレス型の撮像素子においても、光量の大きい部分の信号をクリップする電圧を適切に変化させ、且つこの電圧を画素ごとに信号読み出しのタイミングに合わせて変化させることにより、

撮像素子内で信号を対数圧縮することができる。

上記第18図以降の第5実施例ないし第12実施例は素子内対数圧縮の例を説明しており、カラー撮像を行うには、素子前面にモザイク状のカラーフィルタアレイを取付けたり、あるいは3版式の構造にすることにより実現できる。

これら対数圧縮特性を実現する素子を用いて、対数圧縮カラー撮像装置を第25図のように実現できる。一方、これら実施例の素子を用いて、素子内自動利得制御用信号 $S_4$ や自動ダイナミックレンジ制御用信号 $S_5$ を作るための $\log Y$ 信号に直列に電気的自動利得制御回路、自動ダイナミックレンジ制御回路を組み合わせ、その出力を表示用 $\log Y$ 信号として用いる事により、逆にダイナミックレンジの狭い被写体に対してはダイナミックレンジの伸長を行なう事が可能となる。

第43図の映像信号処理部において破線で囲まれたAの部分がこの動作を行う。第43図においてA以外の部分は第25図と同一であり、またAの部分は第10図及び第11図において説明して

あるので、その説明を省略する。

これまでの素子内対数圧縮の各実施例は、固体撮像素子、特にCCDを中心に上げてきたが、撮像素子としては、ビジコンなどの撮像管もある。撮像管のうちビジコンについては、もともと光電変換特性が対数特性となっている。

従って、ビジコンを用いる場合は、そのままの出力を用いて、 $\log R$ 、 $\log G$ 、 $\log B$ として、カラー対数映像用映像信号処理部へ入力する事で本目的を達成できる。

但し、この場合対数特性は、固定となり、ADC、マニュアル調整は後段で電気的に行なう。

上述した第5ないし第12実施例における素子内対数圧縮による効果として次のような利点を有する。

素子内対数圧縮を行なうことにより、

(1) 素子からの出力そのものが対数特性を持っているため、後段の信号処理が簡単な構成で済み、小型化できる。

(2) 1つ又は1組(3版式の場合)の素子で対

数圧縮ができ、圧縮のためのメモリが不要である。

これまでの素子内対数圧縮の各実施例は、固体撮像素子、特にCCDを中心に上げてきたが、撮像素子としては、ビジコンなどの撮像素子もある。撮像素子のうちビジコンについては、もともと光電変換特性が対数特性となっている。

従って、ビジコンを用いる場合は、そのままの出力を用いて、 $\log R$ 、 $\log G$ 、 $\log B$ として、カラー対数撮像用映像信号処理部へ入力する事で本目的を達成できる。

但し、この場合対数特性は、固定となり、ADC、マニュアル調整は後段で電気的に行なう。

上述した第5ないし第12実施例における素子内対数圧縮による効果として次のような利点を有する。

素子内対数圧縮を行なうことにより、

(1) 素子からの出力そのものが対数特性を持っているため、後段の信号処理が簡単な構成で済み、小型化できる。

(2) 1つ又は1組(3板式の場合)の素子で対

数圧縮ができ、圧縮のためのメモリが不要である。

(3) 1素子の出力中に、被写体の全ダイナミックレンジを入れることが可能であり、後段の回路処理で被写体の任意の輝度レベルの像情報を抜き出して表示することもできる。

(4) 素子内で、対数圧縮を行なっているため、素子外で(複数の素子を使って、あるいは複数回撮像後メモリで合成する等して)対数圧縮を行なう場合に比べ、 $S/N$ が良くなる。

CCD撮像素子内において信号を圧縮し、出力に対数特性をもたせる実施例について先に説明した。さて、コントラストの低い被写体を撮像する場合などには、素子出力に逆対数特性(指数特性)をもたせたほうが都合がよい。これは信号を対数変換した後に正の値の乗算及び減算を行ない、表示するダイナミックレンジを狭くすることに相当する。この操作を信号処理回路で行なうよりも撮像素子内で行なうほうが $S/N$ の点で有利である。以下、CCD撮像素子出力が指数特性を有するようにする実施例について説明する。

第44図は本発明の第13実施例に用いられるCCDの素子構成を示す。221は受光部、222は遮光された蓄積部である。受光部221にはフォトダイオード223が行及び列に配列されている。フォトダイオード列には遮光された垂直シフトレジスタ224及びオーバーフローライン225が隣接して配置されている。226はフォトダイオード223と垂直シフトレジスタ224間の電荷転送を制御するトランスファゲートであり、227はフォトダイオードの飽和レベルを制御するOFDゲートである。遮光された蓄積部222には垂直シフトレジスタ228が受光部221に接続して偏えられており、また水平シフトレジスタ229が垂直シフトレジスタ224に接続されている。水平シフトレジスタ229の一端には出力アンプ230が接続されている。即ち、このCCDはいわゆるフレームインターライントランスファCCD(FITCCD)の構成をしている。

このような撮像素子においては蓄積された信号

電荷はすみやかに遮光蓄積部222に転送され、光蓄積時には受光部221の垂直シフトレジスタ224は空となっている。そこで光蓄積時にトランスファゲート226の電位を適切に制御し、フォトダイオード223から垂直シフトレジスタ224にあふれる電荷を信号としてとりだすことにより出力に指数特性をもたせることができる。

第45図はフォトダイオード、垂直シフトレジスタ、オーバーフローラインの断面構造及びポテンシャル分布を示す図である。第46図はトランスファゲートに印加するパルスφ<sub>tr</sub>を示す。パルスφ<sub>tr</sub>はフォトダイオード電荷がすべて垂直シフトレジスタに転送するような正のレベル $V_a$ から上に凸の曲線で減少するパルスである。この曲線を $V(t)$ で表わすと、 $V(t)$ は完全な指数特性の出力を得るためには、時間 $t$ に対して次式を満足するように与えられる。

$$V(t) = (ae)^{-\frac{bV(t)}{t}} + c \quad \dots (8)$$

ここで、 $a$ は利得、 $b$ はダイナミックレンジ、 $c$

はO F Dゲート電圧のD C分を調節するための定数である。

上記(8)式を満たす第46図に示す曲線 $V(t)$ のバルス $\phi_{rg}$ を光蓄積期間にトランスファゲート226に印加することによって、指数特性の出力を得ることができる。

尚、実用上は、第46図に示す連続曲線の代りに、折れ線近似、その他の近似関数で近似してもよい。

上記第46図に示す曲線のバルス $\phi_{rg}$ を印加しながら、光電荷を蓄積させると、蓄積開始当初にはフォトダイオードと垂直シフトレジスタ間のポテンシャル障壁が低いので電荷が両者に分割して蓄積されるが(第47図(a))、時間とともに障壁が高くなり電荷はフォトダイオードのみに蓄積されるようになる(第47図(b))。この場合、入射光量が弱いほど電荷が障壁を越えられなくなる時期は早い。従って、垂直シフトレジスタに蓄積される電荷については、入射光量が弱いほど蓄積時間が短く、入射光量が強いほど蓄積時間が

くされ、引き続く(8)式により連続的に変化する。一方、 $\phi_{ofdg}$ は $\phi_{rg}$ がO Vに達する直前に正のバルスが加えられる。この変化が適当な回数繰り返される。

このバルス $\phi_{ofdg}$ が加えられる場合、光蓄積開始からの動作は前記実施例と同様である。そしてフォトダイオードの電荷が飽和に達する瞬間に $\phi_{ofdg}$ のバルスが加えられることにより、第50図(a)に示すようにフォトダイオードの電荷がオーバーフローラインに排出される。この直後にフォトダイオードと垂直シフトレジスタ間のポテンシャル障壁は低くなり、第50図(b)に示すように光蓄積が再開される。しかして、ポテンシャル障壁が時間とともに高くなることにより第50図(c)に示すように光量の強い両者の電荷のみが垂直シフトレジスタに蓄積されるようになる。この動作が繰り返されることにより、第51図に示す入力対出力特性が得られる。蓄積途中の電荷排出を $n$ 回行った場合、飽和近傍での傾きは $(n+2)$ 倍となり、第49図に示すように、

良いことになる。この結果、第48図に示される指数関数的な入射強度対出力特性が得られる。この場合フォトダイオードと垂直シフトレジスタの飽和電荷量が等しいものとするとき出力信号の飽和近傍での傾きの傾きは2倍となっており、対数変換した信号に2倍の利得をもたせたことに相当する。この倍率を更に増すためには、フォトダイオードの飽和電荷量を増す必要がある。すなわち倍率を $N$ 倍とするためにはフォトダイオードの飽和電荷量を $(N-1)$ 倍にする必要がある。これにはフォトダイオード部の寸法を増すが、印加する電圧を増す必要があるが、前者は素子寸法が増大し、また後者は耐圧上の制約から困難である。

そこで、光蓄積時にフォトダイオードの電荷をバルス的に排出することにより倍率を高くする方法について次に記す。

第49図はトランスファゲートに印加するバルス $\phi_{rg}$ 及びO F Dゲートに印加するバルス $\phi_{ofdg}$ を示す。バルス $\phi_{rg}$ は $V_a$ から(8)式に従って減少し、O Vに達すると電圧が $V_a$ だけ高

途中で2回の排出を行なっている場合には利得は4倍となる。

第44図に示すようなC C D撮像素子では、当然、フォトダイオードに光電荷を蓄積するという通常の動作を行なわせることができる。また、光蓄積中にフォトダイオードとオーバーフローラインとの間のポテンシャル障壁を適切に増加させることにより、蓄積される信号電荷を対数的に圧縮できることは先に述べたとおりである。そこで、この動作と先ほどの指数特性の動作とを切り換えることにより、同一素子を用いて対数特性出力と指数特性出力とを行なうことができる。このため、このような素子の出力を既に述べたような対数撮像処理回路に接続することにより、被写体に応じて撮像するダイナミックレンジを縮小あるいは拡大しながら撮像することが可能となる。

対数撮像信号処理部の構成例を第52図に示す。基本的には第3図と同様であり、同一構成要件には同一符号を付してある。回路中对数増幅器231~233が備えられており、逆対数増幅器41

～43に入力される信号がスイッチ234～239により切り換えられるようになっている。このスイッチ234～239の動作により素子出力が対数特性である場合には逆対数増幅器41～43に、また素子出力が指数特性である場合には対数増幅器231～233に信号を入力することによって線型信号への変換を行なう。また、素子で撮像しているダイナミックレンジが連続的に変化させて設定されている場合には、それに応じて対数及び逆対数増幅器の利得を制御し適切な変換を行なえばよく、これは第25図に説明されていることと同様である。

マトリクス回路44から出力された輝度信号は対数増幅器45または指数増幅器240にスイッチ241、242により切り換えて入力され、撮像時の対数または指数特性に戻される。また、素子出力が指数特性の場合にはフローティングポイント方式の演算は必要ないので、このときには平均値演算回路40の出力はスイッチ243により、0レベルに切り換えられる。これにより、減算器

33、34、35及び加算器48、49、50での加減算は特に行なわれず、指数特性の出力に対しても、正しく視覚上の色差信号補正が行なわれる。

その他の処理は既に説明されていることと同様であるので説明を省略する。

以上の実施例はフォトダイオードが拡散層により形成されている場合であった。フォトダイオードをMOSゲートを用いたMOSフォトダイオードにより形成した場合の本発明の第14実施例を次に示す。第53図はフォトダイオード付近の断面構造及びポテンシャル分布を示す図である。244はフォトダイオード上のゲート(PDゲート)、245は垂直シフトレジスタゲート、246はオーバーフローレインである。第54図はPDゲートに加えるパルス $\phi_{PD}$ を示す。 $\phi_{PD}$ は0レベルから(8)式に準じて増加するパルスである。

このようなパルスを加えながら光電荷を蓄積させると、蓄積開始当初にはPDゲート下のポテン

シャル井戸が浅いため、第55図(a)に示すように電荷が垂直シフトレジスタにも蓄積されるが、時間とともにポテンシャル井戸が深くなるためその後電荷は同図(b)に示すようにフォトダイオードのみに蓄積されるようになる。そして前の実施例と同様の原理により、指数特性をもつ出力が得られる。指数特性の利得はMOSフォトダイオードの飽和電荷量が大きいほど大きくとれる。

この実施例ではフォトダイオード上部に電極が存在するため、光感度がやや低下するが、トランスファゲートとかオーバーフローコントロールゲートは必要なくなり、構造が簡単になる特徴がある。

尚、第44図において、CCD撮像素子の構成をFIT-CCDとしたが、これは両像を連続的に露光するためである。1画面の露像後、信号読み出しに必要な期間は露像を停止し、信号読み出しの終了後次の画面の光蓄積を開始するようにすれば、IL-CCDを使用することもできる。

また、オーバーフローレインはフォトダイオ

ードに隣接しているものとしたが、これはフォトダイオード下にP層を介してn基板を用いた、いわゆる縦型オーバーフローレインを用いるものでもよい。n基板に印加する電圧により、フォトダイオードとオーバーフローレイン(n基板)との間のポテンシャル障壁を変化させることで、前の実施例と同様の動作を行なわせることができる。

前述の実施例では、素子内対数圧縮する装置及び方法について述べたが、例えば、電子内視鏡の様に、照明手段を有する場合、照明手段を形成する光源の光強度を変化させることで、被写体照度を対数圧縮することができる。

この場合、撮像手段を形成する撮像素子がカラーフィルタアレイ付きである場合には、白色照明のもとでカラー撮像を行うものとなり、先図例(特開昭58-160917、USP-4584606)の方式に準ずる。

一方、撮像素子がカラーフィルタアレイを設けてないモノクロ用のものである(RGB等の)面

順次撮像方式の場合の本発明の第15実施例について説明する。而順次撮像方式の場合には、各照明光ごとに、例えば露光量（照射光量つまり（光強度）×（時間））が1:300（素子単体のダイナミックレンジが50dBのとき）の比となる様に、照明光を順次変える。

各照明期間の後には、素子の垂直転送期間分の露光期間を設ける。この場合、照明手段はRGBの回転フィルタの各色ごとに各々色フィルタの（開口）窓の比率を1:300にしても良いし、あるいはRGBのストロボ照明の場合は各色ごとに各々ON時間の比率を1:300にしても良い。

この様にして例えば2回、同一色Rで露光量を変え、その出力データを1回目はR用フレームメモリに格納し、2回目は、1回目のデータを前記R用フレームメモリから順次読み出しながら2回目の出力データと加算後、前記フレームメモリの内容を加算後のデータに置き換える。これをR、G、B各色ごとに行なうことにより、折れ線近似の対数特性をもった画像データが各フレームメモ

リに蓄積される。RGB各色データがそろった後、ビデオD/Aコンバータを経て例えば第10図に示されるカラー対数変換用映像処理部に入力された後、RGB出力又はNTSCコンポジット出力としてモニタにカラー表示される。

（尚、この実施例において、フレームメモリを各色ごとに段数分（本例では2段）用意し、各露光レベルごとにフレームメモリに蓄積し、その後読み出し時に各段ごとの画素情報を加算しても良い。）

第56図はフレームメモリ部を中心とした電子スコープ装置の構成を示す。

同図において電子スコープ装置301は、体腔内等に挿入できるように細長にされた電子スコープ302と、この電子スコープ302が接続され、光撮部303及び信号処理手段を内蔵したスコープ制御装置部304と、このスコープ制御装置部304の映像出力端に接続された表示用のモニタ305とから構成される。

上記電子スコープ302の先端部306には、

結像用の対物レンズ307及びこの対物レンズ307の焦点面に配置した固体撮像素子（SID）308が収納されている。又、この電子スコープ302内には、照明光を伝送するライトガイド309が挿通されており、その入射端面側を光撮部303に接続することによって、キセノンランプ310等からの白色光が、第57図(a)又は(b)に示す回転フィルタ311又は312を通したR（赤色）、G（緑色）、B（青色）の面順次光が照射される。

しかして、ライトガイド309の出射端面から照明レンズ313を経て被写体側に出射される。

上記キセノンランプ310は、電源314の電力で発光する。又、RGB回転フィルタ311又は312は、モータ315で回転駆動され、このモータ315はモータドライバ316の駆動信号で駆動される。

上記スコープ制御装置部304内には図示しないSIDドライバが配設され、このSIDドライバからのドライブ信号の印加により、SID30

8から読出された信号は、信号ケーブルを介してフレームメモリ部317内のA/Dコンバータ318に入力され、デジタル信号に変換される。このA/Dコンバータ318を通じた信号は、マルチプレクサ319を介して3つのマルチプレクサ321、322、323に入力される。

これら3つのマルチプレクサ321、322、323には、それぞれ1対の加算器324a、324b；325a、325b；326a、326bと1対のマルチプレクサ327a、327b；328a、328b；329a、329bとが接続されている。

また、上記各1対の加算器324a、324b；325a、325b；326a、326bの出力端と、上記マルチプレクサ321、322、323の一方の接点とを切替える1対のマルチプレクサ327a、327b；328a、328b；329a、329bの出力は、1対のバッファ333a、333b；334a、334b；335a、335bを介して、1対のR用フレームメモリ3

36a, 336b, G用フレームメモリ337a, 337b, B用フレームメモリ338a, 338bにされる。これら1対のフレームメモリ336a, 336b; 337a, 337b; 338a, 338bはそれぞれラッチ339a, 339b; 340a, 340b; 341a, 341bを介して加算器324a, 324b; 325a, 325b; 326a, 326bと接続され、フレームメモリ336a, 336b; 337a, 337b; 338a, 338bから読み出したデータとマルチプレクサ321, 322, 323からのデータとを加算してマルチプレクサ327a, 327b; 328a, 328b; 329a, 329b及びバッファ333a, 333b; 334a, 334b; 335a, 335bを介して再びフレームメモリ336a, 336b; 337a, 337b; 338a, 338bに書き込めるようにしてある。

又、各1対のフレームメモリ336a, 336b; 337a, 337b; 338a, 338bは、

ライン転送方式を用いた場合の例である。

第57図(a)において、Rダイクロイックフィルタ351a, 351b, Gダイクロイックフィルタ352a, 352b, Bダイクロイックフィルタ353a, 353bは、フィルタ面積が1:300の比に設定してある。(例えば1R, 300R等は面積比が1:300であることを意味する。)

第57図(a)ではそれぞれのフィルタ(例えば351a, 352b)との間に遮光部を設けてあるが、インタライン転送方式のSIDの場合のRGB回転フィルタ312では、同図(b)に示すように、遮光部を設けることなく、R, G, Bダイクロイックフィルタ354a, 354b; 355a, 355b; 356a, 356bがそれぞれ連続して形成してあり、それぞれを354, 355, 356で示す。

各フィルタの色の判別は、スタートマーク357(第57図(a)の場合)、358(同図(b)の場合)の位置から判別し、各露光後の読み出しの

それぞれマルチプレクサ342, 343, 344を介してビデオD/Aコンバータ345と接続されている。このビデオD/Aコンバータ345で変換されたアナログ信号は、例えば第10図に示す対数カラー画像用映像処理部346に入力され、その出力はモニタ305で表示される。

上記1対のフレームメモリ306a, 306b; 307a, 307b; 308a, 308bにおけるそれぞれ一方のフレームメモリ306a, 307a, 308aは、例えば偶数フィールドでのリード、ライトを行うためのものであり、他方のフレームメモリ306b, 307b, 308bは、奇数フィールドでのリード、ライトを行うのに用いられる。

ところで、光頭部303を形成するRGB回転フィルタ311又は312を第57図に示す。

尚、第57図(a)は電子スコープ先端部306に内蔵したSID308として、ライン転送方式、フレーム転送方式あるいはX-Yアドレス方式のものを用いた場合の例であり、同図(b)は、イン

タイミングをリードマーク361a, 361b; 362a, 362b; 363a, 363b(第57図(a)の場合)、364a, 364b; 365a, 365b; 366a, 366b(第57図(b)の場合)を位置検出センサ(又はリーダー)367(第56図参照)で検出している。以下、第57図(a)のフィルタ311を用いた場合について説明する。

例えば1R(1G)、((1B))で示すR(G)((B))ダイクロイックフィルタ351a(352a)((353a))で露光された偶数フィールドでの画像データは、A/Dコンバータ318、マルチプレクサ319、マルチプレクサ321(322)((323))、327a(328a)((329a))、ラッチ333a(334a)((335a))を経てR用フレームメモリ336a(G用フレームメモリ337a)((B用フレームメモリ338a))に書き込まれる(複合同順)。次に300R(300G)((300B))で示すR(G)((B))フィ

ルタ351b(352b)((353b))で露光後には、その画像データはA/Dコンバータ318、マルチプレクサ319、マルチプレクサ321(322)((323))、加算器324a(325a)((326a))、マルチプレクサ327a(328a)((329a))及びバッファ333a(334a)((335a))を経てR用フレームメモリ336a(337a)((338a))に取込まれる。尚、各フレームメモリ336a~332bはデータ取込みの速度と読み出しの速度は、各々S/D308の伝送能力及びモニタ305の表示のタイミングにより独立に決められる。また、第58図に示すようにデータの取込み時は、同図(a)に示すようにアドレスが指定された期間に対し、同図(b)で示すように2倍の速度でリード/ライトが行われ、同図(c)に示すようにリード時にフレームメモリから読み出されたデータはラッチで取込まれ、且つライト信号時にホールドして出力できるようにしている。

つまりラッチ339a~341bはリードのタ

に、上記取込まれた一方のR、G、B用フレームメモリ336a、337a、338aはリードモードになり、これらフレームメモリ336a、337a、338aから同時にデータが送出され、3チャンネルのビデオD/Aコンバータ345を経て、後段のカラー対数圧縮用映像信号処理部(例えば第10図に示すもの)346に送られ、その出力はモニタ305で表示される。

尚、第56図に示す光検部303において、モータ315は、ロータリエンコーダ、タコメータ等の回転速度検出部371で検出された回転速度が入力されるモータドライバ316で一定速度に回転が制御される。

尚、上記フレームメモリ部317、モータドライバ316等はシステムコントロール部151で制御される。

上記説明では第57図(a)の回転フィルタ311を用いた場合で説明したが、S/D308としてI-L-CCDを用いた場合とは同図(b)に示す回転フィルタ312を用い、各リードマーク36

イミングに同期して、各フレームメモリ336a~332bからのデータをラッチする。1Rのフィルタ351aのもとで露光され、ラッチ339aにラッチされたデータは、300Rのフィルタ351bで露光されたデータが入力されると、加算器324aで加算された後(偶数フィールドの場合)、ライトのタイミングで再びR用フレームメモリ336aに書込まれる。

つまり、Rフィルタ351a、351bを用いたRの全露光が終了した場合、R用フレームメモリ336aには(1R+300R)の照明のもとのデータが格納される。

G、Bについても同様である。

これをR、G、Bと繰り返して、1フィールド分のRGBデータが記憶される。この動作が終了すると、マルチプレクサ323~325、342~344とが切換えられて、同様の動作を他方のR、G、B用フレームメモリ336b、337b、338bで、該フレームメモリ336b、337b、338bへのデータ取込みを順次行うと同時

4a~346bのタイミングで垂直シフトレジスタに転送し、映像面では同一色に対しては連続露光を行う。

データを取込んだ後の動作は、上記の説明と同一となる。

上記I-L-CCDを用いた場合、素子シャッタ機能を活用しているため、圧縮比の設定変更が可能となり、同一色での露光を連続して行えるため、露光部を微小域に抑えられるため、(回転フィルタ一周部分での)露光期間の割合を大きくできるメリットを有する。

上記第15実施例では、照明期間をコントロールして対数圧縮したカラー撮像を行うものであるが、素子内対数圧縮した撮像素子を用いて電子スコープに適用するには、従来の電子スコープの一部を前述した素子内対数圧縮した実施例のカラー撮像装置に置換することにより、実現できる。

また、電子スコープの撮像方式をRGB面順次撮像方式とする場合、カラーフィルタアレイのつかない前記素子内対数圧縮のシステムを用い、且



つ、例えばRGB回転カラーフィルタを組み込んだ専用光源、マルチプレクサ、A/Dコンバータ、3フレーム分（実際には、上記第15実施例と同じく、容量的には6フレーム分が望ましい）のフレームメモリ、ビデオD/Aコンバータ等を組み込むことで実現可能である。

上述のようなカラー対数圧縮特性で電子スコープを形成すると、ラチチュードが狭いという欠点がある一般の電子スコープの特性を改善できる。

例えば、食道や腸など奥行きが深い被写体の場合等、従来の電子スコープによる画像では、被写体の奥の部が黒くつぶれ、手前が白く飽和してしまうような不具合が生じるが、この対数圧縮特性の電子スコープによれば、そのような不具合を解消でき、より識別し易い状態での観察、測定が可能となるばかりではなく、被写体の全てのダイナミックレンジの画像情報を例えばテープとかディスク等に記録できるため、ルーチン検査とか、あるいは画像処理の際非常に有利となる。

対数カラー画像を電子カメラに応用した実施例

撮像機401内では撮像素子404の映像出力が信号処理回路405に入力される信号処理回路405内には例えば第3図に示されるような対数画像処理回路409がある。前述したような手段により、例えば100dBのダイナミックレンジを有する映像信号は、ここで輝度信号の対数圧縮処理及び色差信号の視覚上の補正処理をうけ、記録媒体406に記録される上記の処理をうけた信号のダイナミックレンジは、通常の信号と同じく50dB程度に圧縮されているため、通常の場合と同じ記録容量で記録することができ、例えばスチルビデオフロッピーシステム規格の場合、1フィールドの信号が磁気ディスクの1トラックに記録される。

信号が記録された記録媒体は再生機402において再生され、信号が信号処理回路407に入力される。この場合、信号処理回路は対数画像を行わない通常の画像に対するものと全く同一でよい。映像信号は信号処理回路407より出力され、TVモニタに送出される。

について以下に説明する。

電子カメラは撮像フィルムに像を露光するカメラに代り、撮像素子から出力される電気信号を記録媒体に記録することにより、静止画を記録再生するものである。第59図にこの概念図を示す。

401は電子カメラ撮像機、402は再生機を示す。撮像機401ではレンズ403を用いて被写体の像を撮像素子404に投影する。撮像素子404の出力は信号処理回路405を経て記録媒体406例えば磁気ディスクに記録される。この磁気ディスクを再生機402にかけ、記録再生回路により読み出された信号を信号処理回路407を通してTVモニタ408に出力し、画像を再生する。このような電子カメラシステム400において対数カラー撮像を行なう場合、前述した信号の対数圧縮・カラー信号の処理といった機能を撮像機、再生機にどのように盛り込むかにより種々の方式が考えられる。

第60図に示す第16実施例は撮像機401内に対数画像処理をすべて盛りこんだ実施例である。

以上説明したように、対数カラー画像処理をすべて撮像機401側で行なう場合には、信号の利得及びダイナミックレンジの制御はすべて撮像機401側で行なう必要がある。これらの制御は撮像機401に利得ダイナミックレンジ設定用のスイッチ及び可変抵抗等を設け、手動で設定するようにすればよい。また撮像素子404を連続的に動作させ、複数枚の画像を連続的に撮像する場合（連写モード）においては自動で設定させることもできる。これには第10図に示されるような自動利得調整回路及び自動ダイナミックレンジ調整回路を使用し、前フレームの輝度信号の平均値を用いて自動調整を行なう。

1枚の画像だけを撮像する場合には、このように前フレームの情報を利用した自動制御はできない。この場合には撮像機401内に測光素子を設け、撮像開始時に測光した情報を用いて利得及びダイナミックレンジを設定させ、撮像を行なうようにすることができる。

第61図は対数画像処理を再生機で行なう第1

7 実施例に示す。撮像機 401 においては露光量が 50 dB だけ異なる 2 枚の画像（ダイナミックレンジ 50 dB）を撮像して記録媒体に記録する。その手段として、例えば撮像素子 404 の光蓄積時間を機械的シャッターあるいは撮像素子自体のシャッター動作により 16.7 ms に設定して撮像する。この時の映像信号を信号処理回路 405 を介して記録媒体 406 に記録する。続いて光蓄積時間を 0.05 ms に設定して撮像する。この映像信号を再び記録媒体に記録する。このような手段により、露光量が 50 dB 異なる信号が例えば磁気ディスクの 2 トラックに記録される。すなわち、この場合には記録媒体の記録容量は通常の 2 倍を必要とする。一方、再生機 402 においては記録媒体に記録された 2 枚の画像が 1 枚の画像に對数映像処理される。例えば、磁気ディスクの 2 トラックがダブルヘッドにより再生され、2 枚の画像が同時に読み出される。この画像信号は信号処理回路 407 内の RGB 分離回路により 1 対の原色信号とされた後、第 2 図に示されているの

と同様にして對数増幅器により對数変換された後の各原色ごとに 2 枚分の信号が加算され、100 dB のダイナミックレンジをもつ原色信号とされる。以下、信号処理回路 407 内の對数映像処理回路 409 において輝度信号の圧縮及び色差信号の補正が行なわれる。処理を受けた映像信号は再生機より出力され、TV モニタに映出される。

この実施例のように對数映像処理回路を再生機 402 側に設けた場合には、画像の利得及びダイナミックレンジが再生機 402 において自由に設定できるという特徴があり、すでに記録媒体に記録されている画像に対しても画像の効果を変えながら観察することができる。

上記の方式では、記録媒体の容量が通常の 2 倍必要であるが、データの圧縮を行なうことにより記録媒体の容量を小さくすることができる。

第 62 図は記録媒体の容量が小さくて済む本発明の第 18 実施例である。

再生機 401 内の撮像素子 404 から出力された信号はデータ圧縮回路 410 において圧縮され

る。この信号は記録増幅器 411 を介して記録媒体に記録される。再生機 402 においては記録媒体 406 から読み出された信号がデータ伸長回路 412 により圧縮前の信号に戻されたのち、信号処理回路 413 に送られる。ここで對数映像処理回路 409 により輝度信号の圧縮及び色差信号の補正が行なわれ、映像信号が得られる。

この実施例においても前記第 17 実施例と同様に再生機内に対数映像処理回路を備えているため、画像の利得及びダイナミックレンジを自由に設定することができる。また、信号処理回路 407 の最終段内に對数変換回路を設け、輝度信号を変化させることもできる。これにより輝度信号を對数圧縮だけでなく、画像再現上最良の効果をもつように設定することができる。

次に、對数映像の処理を行なう回路を撮像機と再生機とに分割して備えさせた第 19 実施例について説明する。このような場合について種々の具体例が考えられるが、第 63 図は信号の對数圧縮のみを撮像機において行なう例を示す。

對数圧縮を行なうには對数増幅器を用いることもできるが、先に記した方式により撮像素子自体で對数を行なうことが S/N の点から有利である。第 63 図において撮像機 401 には素子内で對数圧縮を行なう撮像素子 404 があかれ、その出力は信号処理回路 405 に入力される。

414 は撮像素子を駆動する駆動回路である。先に説明したように、駆動回路 414 から撮像素子 404 のオーバーフローレインに加えられるパルスの形状を変化させることにより利得及びダイナミックレンジが変化する。

この制御を自動で行なう場合には、先に述べたように 100Y の信号が必要である。第 63 図の構成では、100Y 信号が再生機側から出力されるためその代わりに撮像素子から得られる 1100G 信号を使用することで実用上十分に自動利得制御及び自動ダイナミックレンジ制御を行うことができる。

撮像素子から出力された對数圧縮された信号は記録媒体に記録され、例えば記録媒体として磁気ディスクを使用する場合には信号処理回路 405

内のFM変調器415によりFM変調され、記録増幅器416により増幅されて磁気ディスク417に書き込まれる。なお、撮像時にダイナミックレンジを変化させている場合には、そのダイナミックレンジを示す信号も磁気ディスクに記録しておく。

再生機402においては、磁気ディスク417から読み出された信号が再生増幅器418により増幅され、FM変調器419により原信号に戻される。さらに色分離回路420により  $\log R$ 、

$\log G$ 、 $\log B$ の信号に分離される。これらの信号は逆対数増幅器421により線型信号に変換されるが、この時に記録されているダイナミックレンジを参照し、適切な逆変換を行なう必要がある。逆対数増幅器として、例えば先に述べたようなフローティングポイント方式の構成とすることができる。線型信号となったR、G、B信号はマトリクス回路422により輝度信号Yと色差信号R-Y、B-Yに変換される。この後輝度信号は対数増幅器423により再び対数圧縮される。この時

度を10～12ビット程度留めておくことが望ましい。デジタル値に変換された映像信号はデータ圧縮回路427及び符号化回路428によりデータ量が減らされた後ICメモリ429に記録される。

再生機402においては、ICメモリ429から出力された信号がデータ伸長回路430により原信号に復元された後、色分離回路431により  $\log R$ 、 $\log G$ 、 $\log B$ の信号に分離される。この後、信号処理回路432内において線型信号へ変換された後、マトリクス演算により輝度・色差信号に変換される。さらに輝度信号の圧縮、色差信号の補正処理とされた後、映像信号として出力される。なお、以上の再生機における処理は、ICメモリからデジタル値として信号が得られるため、そのまゝデジタル演算により処理を進めていくことができるが、その場合でも最終的に出力される映像信号はD/Aコンバータによりアナログ信号とされる。

なお、例えば第56図に示す装置において、照

の圧縮度は先ほどの撮像時の圧縮度の値と同じにしてもよいし、画像の再現効果をみながら適当に設定してもよい。

色差信号R-Y、B-Yは補正回路424により  $\log Y/Y$  が乗算され視覚上の補正がなされる。これらの処理をうけた信号Y'、(R-Y)'、(B-Y)'はエンコーダ425によりNTSC信号に変換され、モニタに出力される。

第64図は本発明の第20実施例を示す。この実施例では記録媒体としてICメモリを用いている。撮像機401において、撮像素子404より出力された信号はA/Dコンバータ426によりデジタル値に変換される。ここで、先ほどと同様に撮像素子404には駆動回路414より信号圧縮パルスを印加し、出力に対数特性をもたせておくことが好ましい。この場合、A/Dコンバータ426の量子化ビット数としては8ビットあれば48dBの信号を記録できるが、後に再生機側でよりせまい光量範囲の画像だけを観察する場合に量子化誤差がめだたないためには、量子化ビット

明強度が1:300でそれぞれ撮像した信号を1フレームずつ交互にモニタで表示するようにすることもできる。

尚、対数圧縮する場合、 $\log Y/Y$ を色差信号  $\log(R-Y)$ 、 $\log(B-Y)$ に乘じて色調がずれない様になっているが、この比率を変化できるようにして色強調を行うこともできる。

#### [発明の効果]

以上述べたように本発明によれば、対数圧縮等を行う手段を形成してあるので、所望とするダイナミックレンジのカラー映像を得ることができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図ないし第9図は本発明の第1実施例に係り、第1図は第1実施例の原理図、第2図及び第3図は全体的構成を示すブロック図、第4図は撮像素子の特性を示す図、第5図は二つの撮像素子の出力を単純に加算した場合の特性を示す図、第6図は対数増幅器の内部構成を示す図、第7図は第6図に示す対数増幅器の作用を示す図、第8図は逆対数変換回路の作用を示す図、第9図は逆対

段増幅器の内部構成を示す図、第10図は本発明の第2実施例におけるカラー信号処理回路のブロック図、第11図は第10図に示すものと異なる構成の標準偏差生成回路を示すブロック図、第12図は第2実施例における $\gamma$ 補正回路の動作説明図、第13図は他のフローティングポイント演算回路を構成するマルチプレクサの切換動作を示す説明図、第14図は入力信号の最大レベルを基準としてウィンドウ幅を設定する部分の構成を示すブロック図、第15図は本発明の第3実施例における補色フィルタを示す説明図、第16図は本発明の第3実施例におけるカラー信号処理回路の構成図、第17図は本発明の第4実施例におけるカラー信号処理回路の構成図、第18図は本発明の第5実施例における固体撮像素子の構成を示す説明図、第19図は第18図の固体撮像素子の受光エリアのポテンシャル井戸の深さを露光時間と共に変化させて対数圧縮特性にするための説明図、第20図は第19図のポテンシャル井戸の深さを対数圧縮特性に設定した場合の特性を示すグラフ、第2

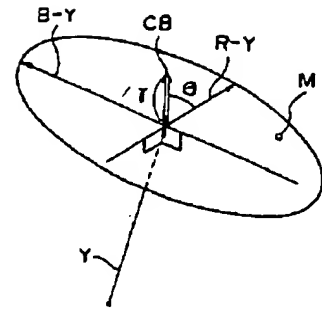
1図は対数圧縮特性に設定した場合の固体撮像素子の入出力を示す特性図、第22図はオーバドレインゲートに印加する制御信号の波形図、第23図はオーバドレインゲートに印加する制御信号発生回路の構成を示すブロック図、第24図はオーバドレインゲートに印加する制御信号を生成する動作の説明図、第25図は第5実施例におけるカラー映像処理部の構成図、第26図は本発明の第6実施例におけるカラー映像処理部の構成図、第27図は第6実施例の動作説明用タイミングチャート、第28図は第6実施例における蓄積電位の制御信号を生成するための動作説明用タイミングチャート、第29図は本発明の第7実施例における固体撮像素子を示す説明図、第30図は第29図に示す固体撮像素子により素子内対数圧縮する動作説明図、第31図は本発明の第8実施例におけるディジタル式の制御信号発生回路の構成を示すブロック図、第32図は、第31図の制御信号発生回路により発生される制御信号の波形図、第33図は本発明の第9実施例における素子内対数

圧縮する方法の説明図、第34図は、第9実施例の動作説明図、第35図は本発明の第10実施例における1画素の構造及び等価回路を示す図、第36図は第10実施例における素子内対数圧縮する固体撮像素子装置を示す構成図、第37図は第10実施例の動作説明用タイミングチャート、第38図はアナログシフトレジスタに印加される制御信号パルスの波形図、第39図は第10実施例におけるアナログシフトレジスタを構成するBBQを示す図、第40図は本発明の第11実施例におけるCMDの1画素の構造及び等価回路を示す図、第41図は本発明の第12実施例におけるAMIの1画素の等価回路図、第42図はAMIを用いた素子内対数圧縮撮像素子装置の構成図、第43図は素子内対数圧縮する固体撮像素子を用いた映像処理部の構成図、第44図は本発明の第13実施例に用いられるフレームインターラントランスファ型固体撮像素子の構成図、第45図は第13実施例の1画素部分の断面構造及びポテンシャル分布を示す図、第46図はトランスファゲ

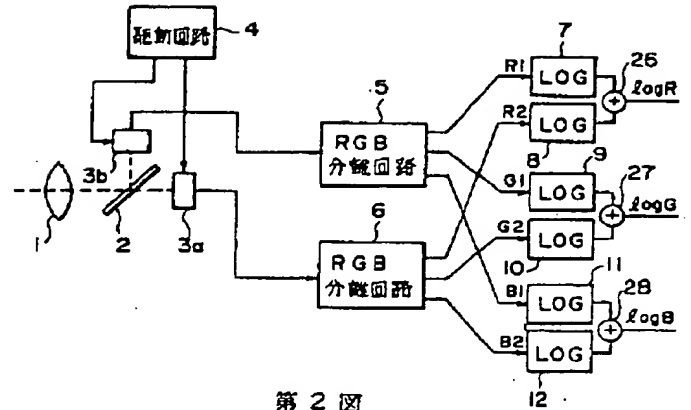
ートに印加される制御信号の波形図、第47図は第13実施例における動作説明図、第48図は第13実施例による入射光強度に対する出力特性を示す特性図、第49図は飽和電荷量を増すために制御信号を複数回に分けて印加する場合の波形図、第50図は第49図の制御信号を用いた場合の動作説明図、第51図は飽和電荷量を大きくした場合の入射光強度に対する出力特性を示す図、第52図は対数及び指数特性のいずれの映像信号にも対応できる映像処理部の構成図、第53図は本発明の第14実施例におけるMOSフォトダイオード付近の断面構造及びポテンシャル分布を示す図、第54図はMOSフォトダイオードに印加される制御信号の波形図、第55図は動作説明図、第56図は本発明の第15実施例面順次式電子スコープ装置の構成図、第57図は面順次照明を行う際のRGB回転フィルタを示す説明図、第58図はライトモード時でのフレームメモリ及びラッチに関するタイミングチャート、第59図は本発明を電子カメラに応用した場合の概略図、第60図は

画像撮像機に対数画像処理機能を内蔵した本発明の第16実施例の構成図、第61図は再生機側に対数画像処理機能を内蔵した本発明の第17実施例の構成図、第62図は本発明の第18実施例の構成図、第63図は対数圧縮のみを撮像機で行う本発明の第19実施例の構成図、第64図は記録媒体としてICメモリを用いた本発明の第20実施例の構成図である。

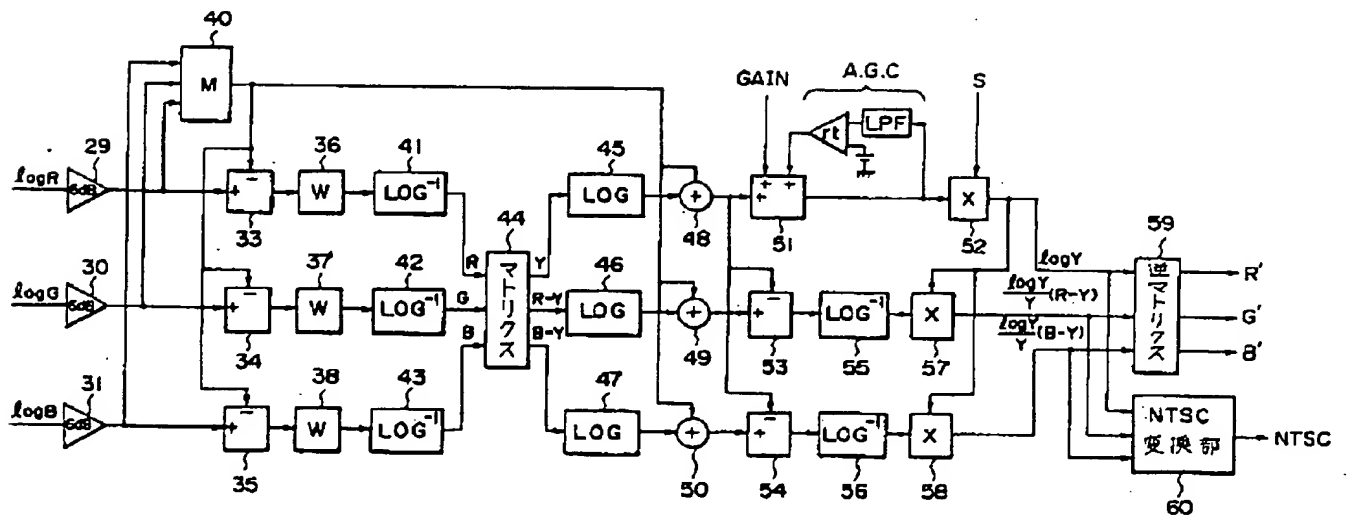
1…結像レンズ、2…ハーフミラー、3a、3b…撮像素子、7～12、45～47…対数増幅器、13～15、29～31…増幅器、16～19、36～38…ウィンドウ回路、20、26～28、48～50、51、72…加算器、33～35、53、54、61～63…減算器、40…平均値算出回路、41～43、55、56…逆対数増幅器、44…マトリクス変換回路、52、57、58…乗算器、59…逆マトリクス変換回路、60…NTSC変換部、68～71…クリップ回路。



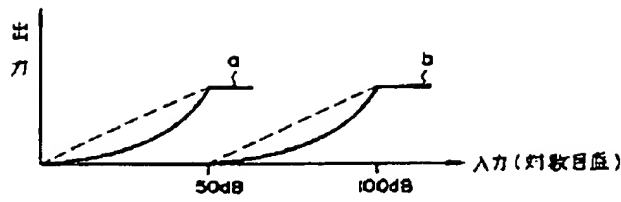
第1図



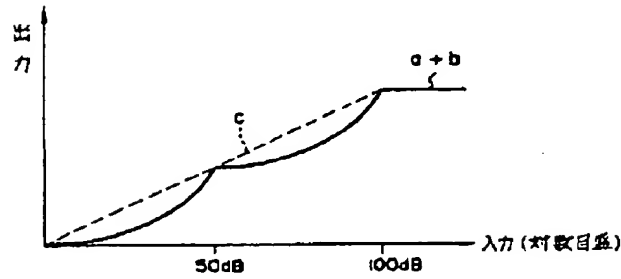
第2図



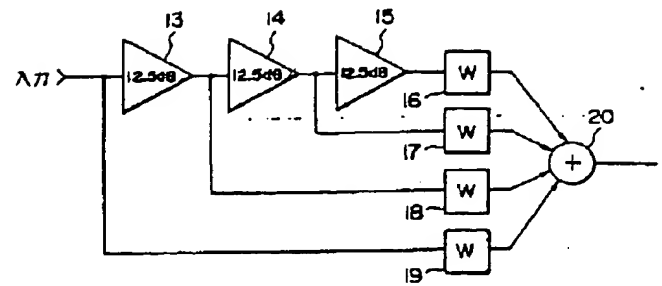
第3図



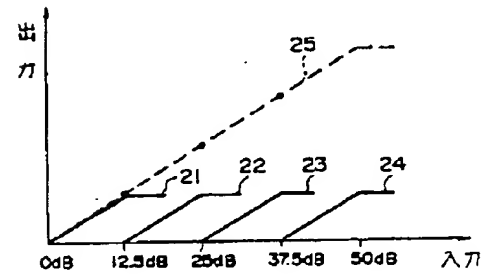
第4図



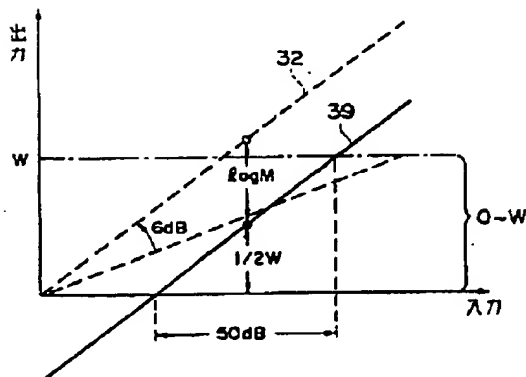
第5図



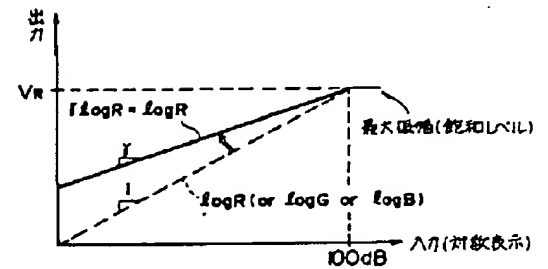
第6図



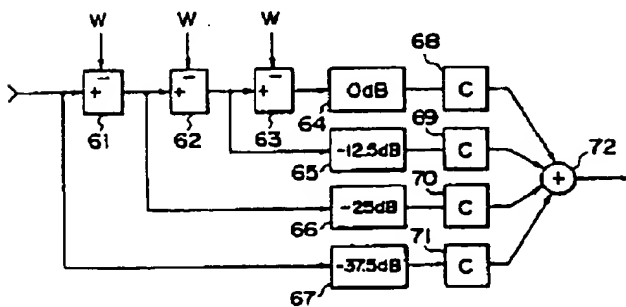
第7図



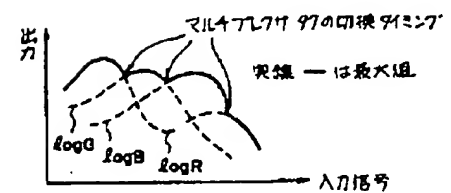
第8図



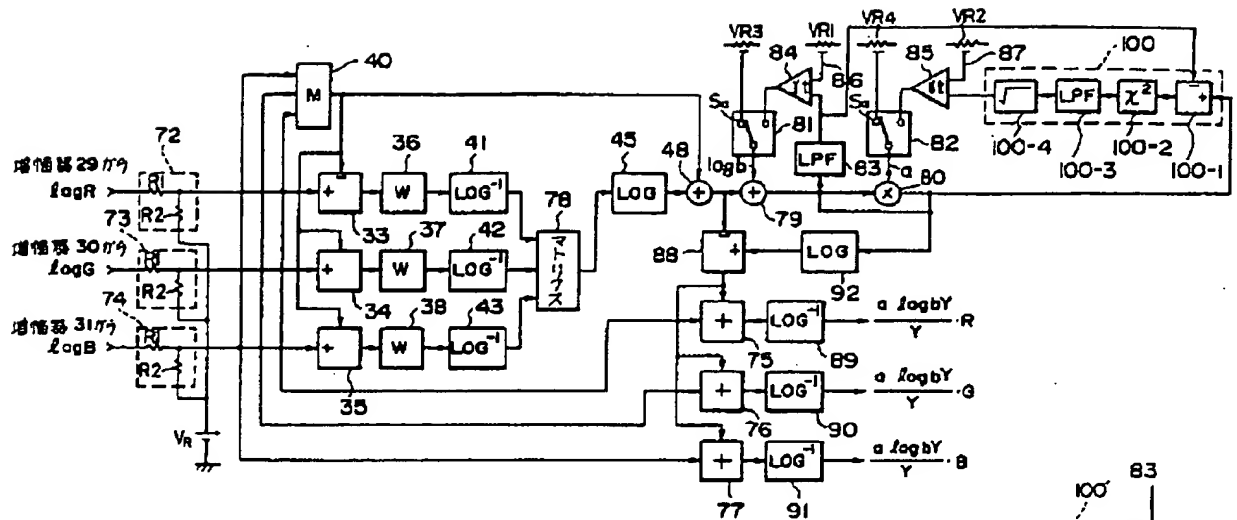
第12図



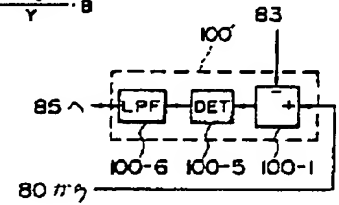
第9図



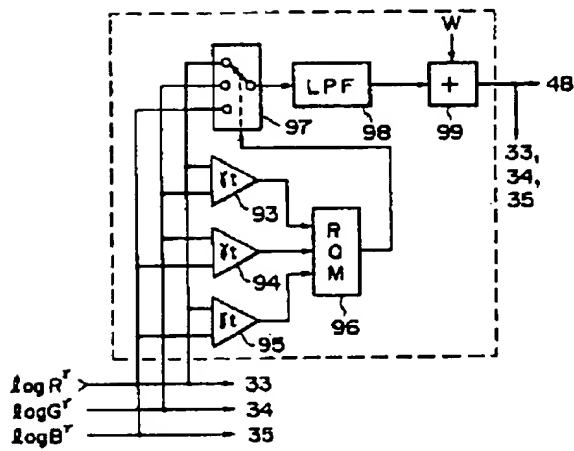
第13図



第 10 図



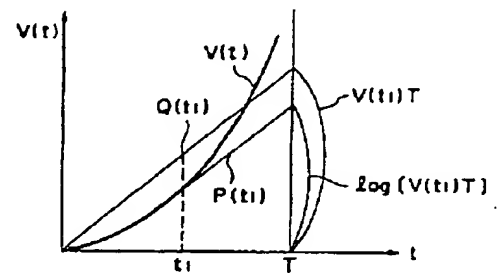
第 11 図



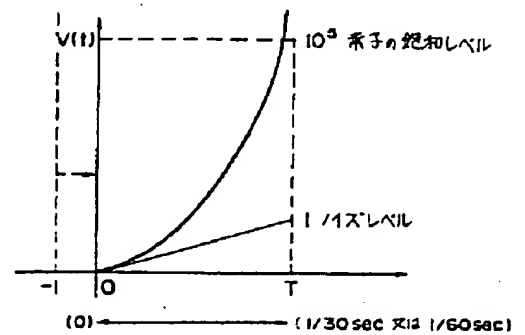
第 14 図

Mg	G	Mg	G
Cy	Ye	Cy	Ye
G	Mg	G	Mg
Cy	Ye	Cy	Ye

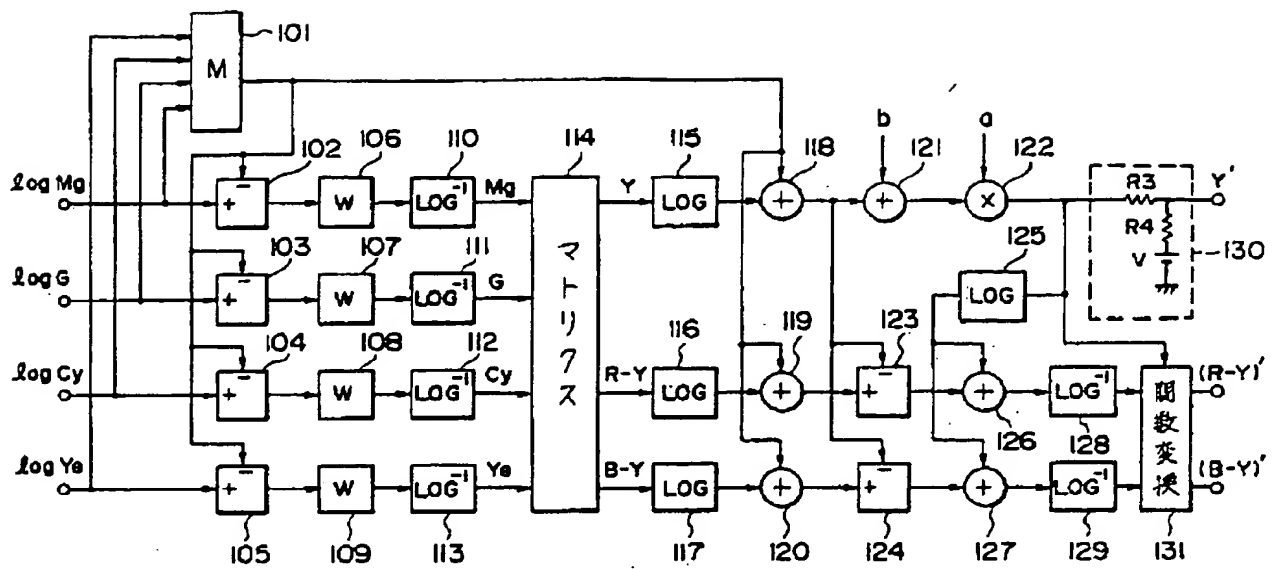
第 15 図



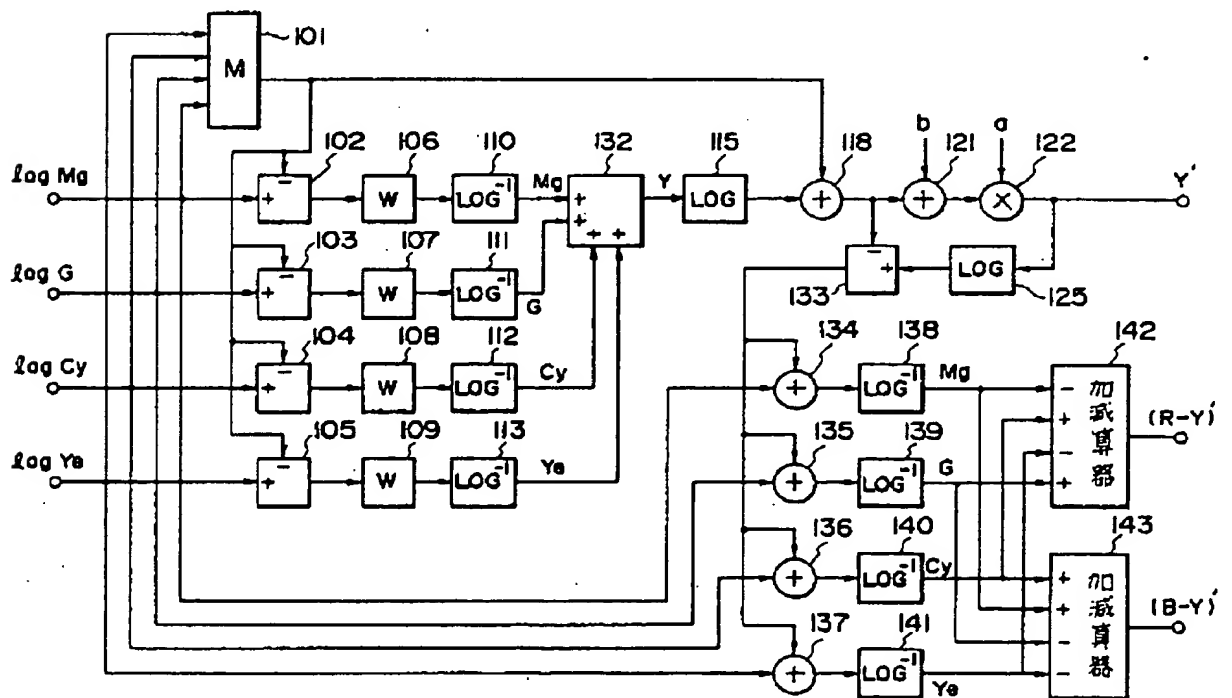
第 19 図



第 20 図

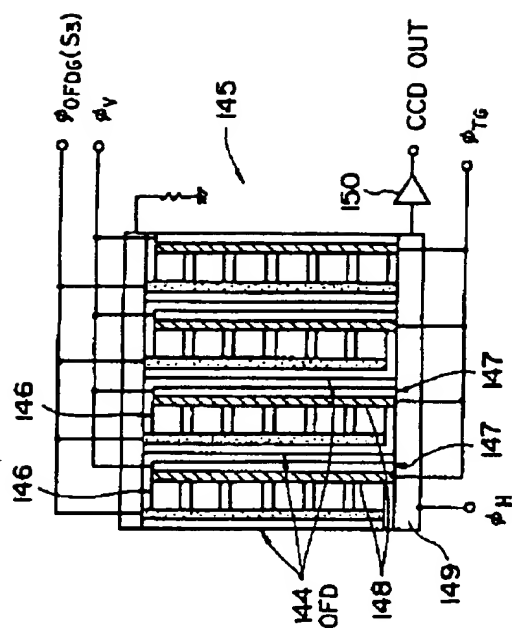


第 16 図

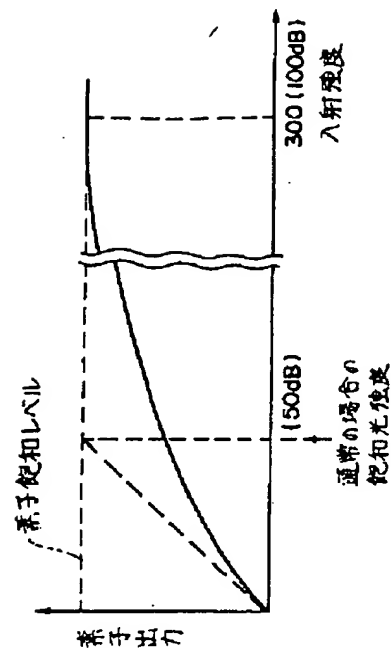


第 17 図

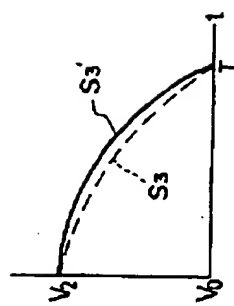




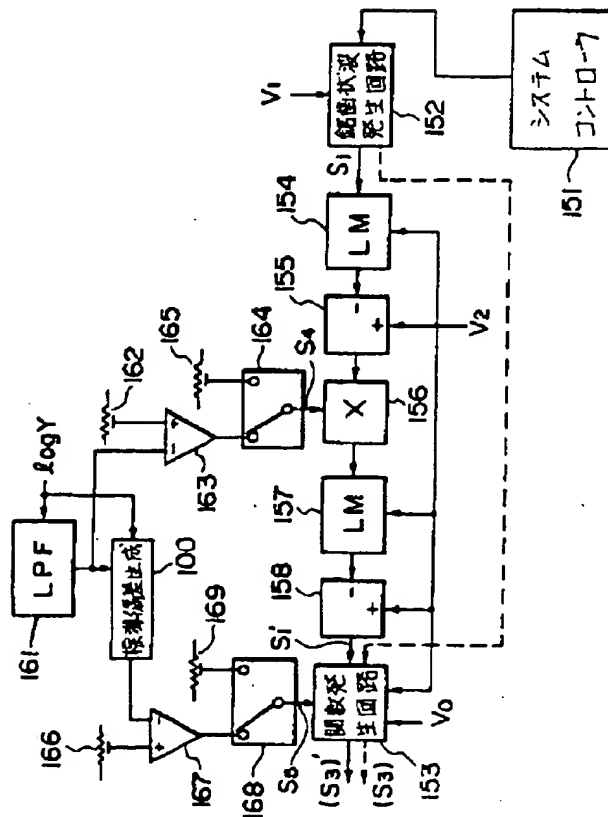
四八第



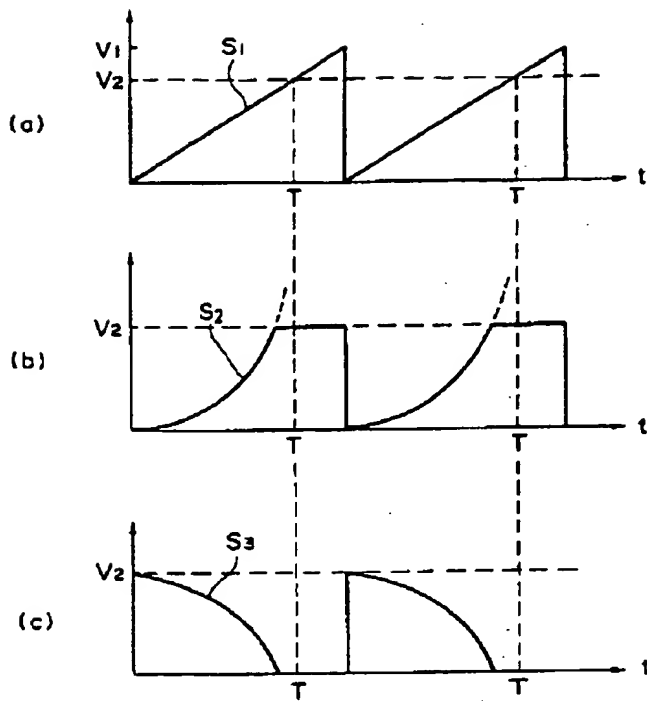
第21圖



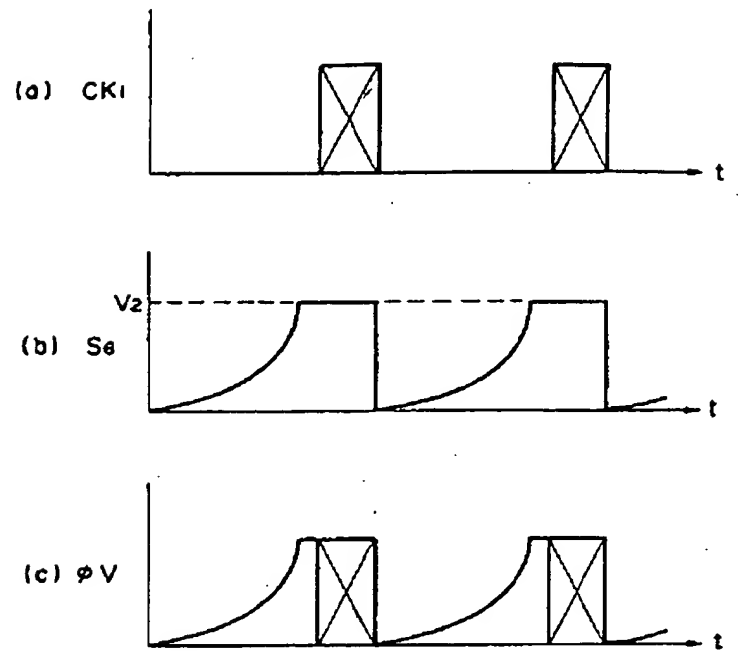
第22圖



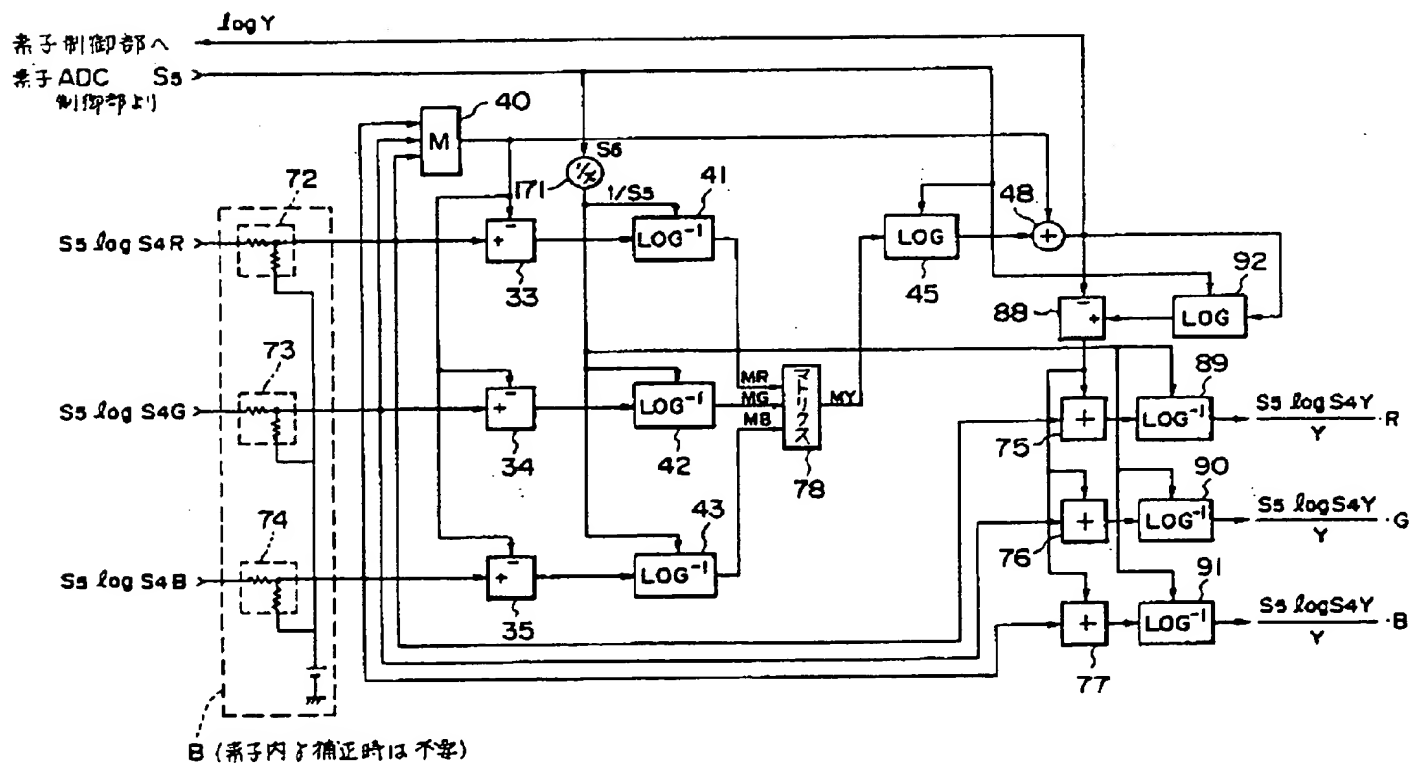
第23回



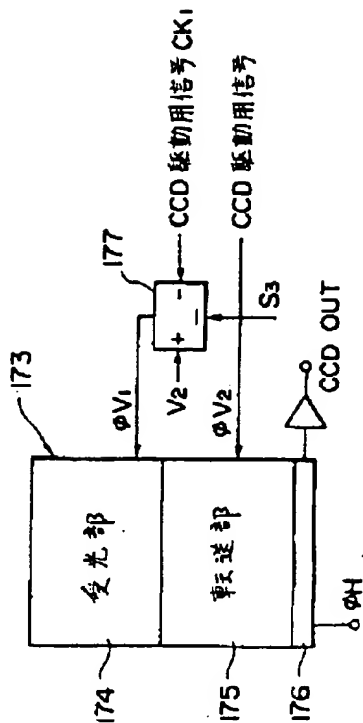
第 24 図



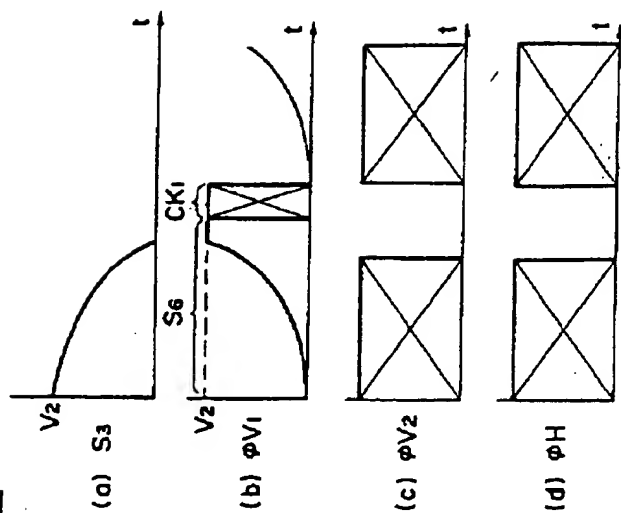
第 28 図



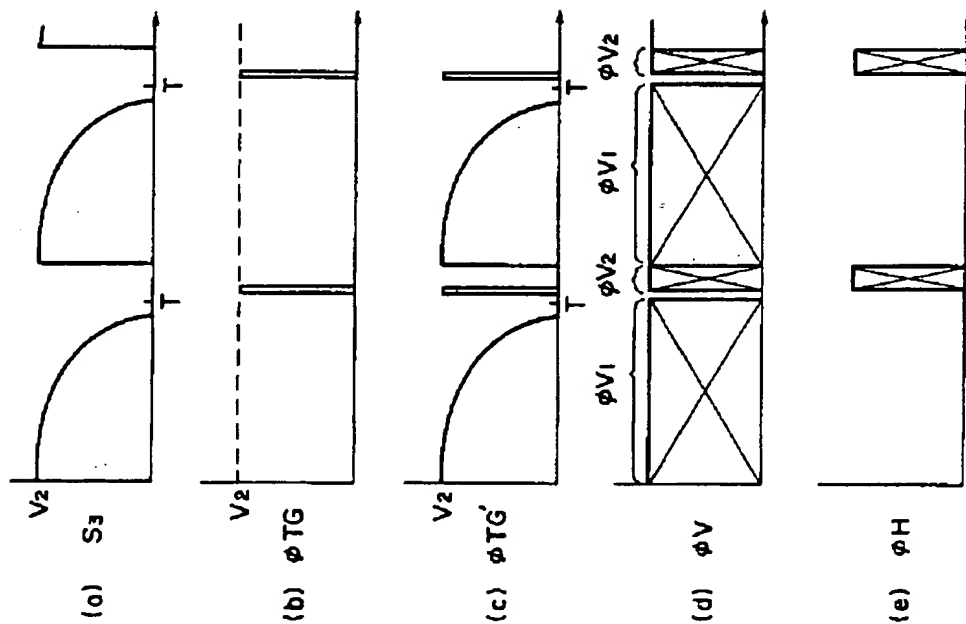
第 25 図



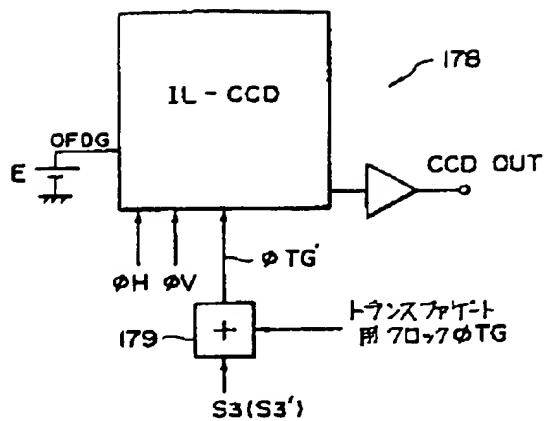
第 26 図



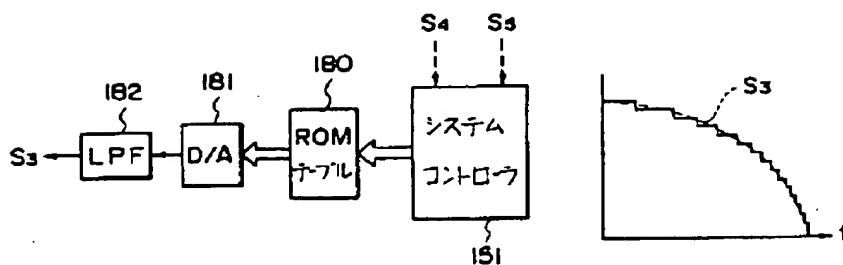
第 27 図



第 30 図

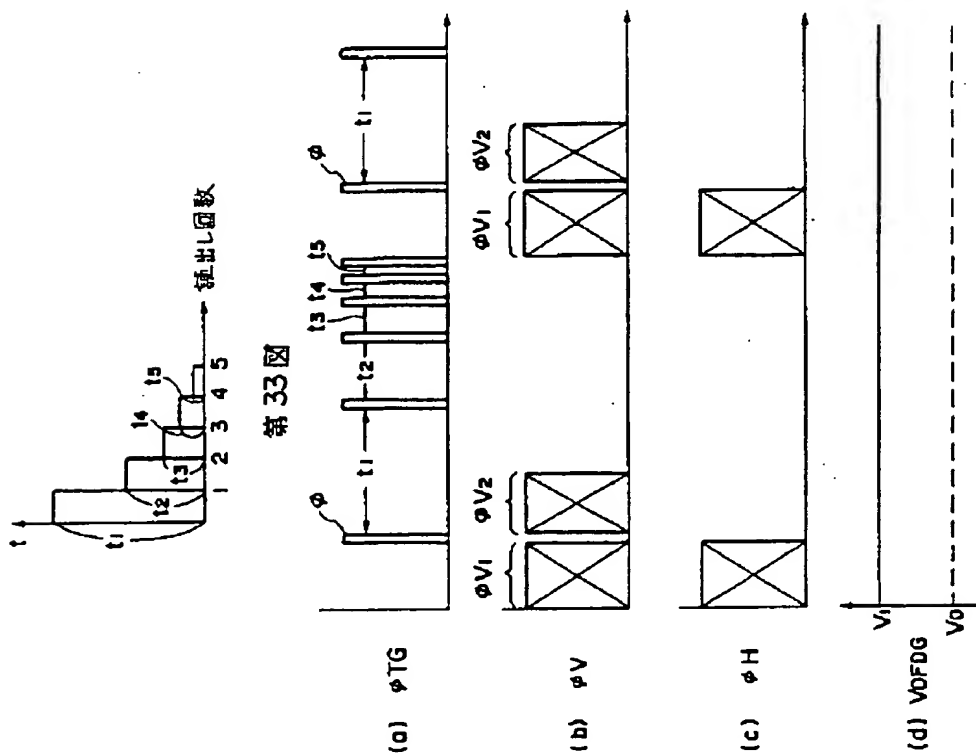


第 29 図

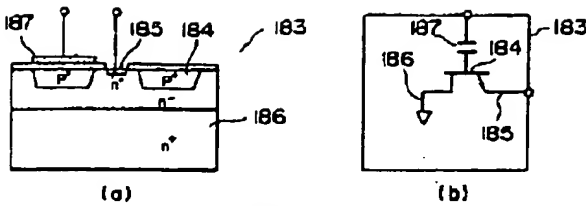


第 31 図

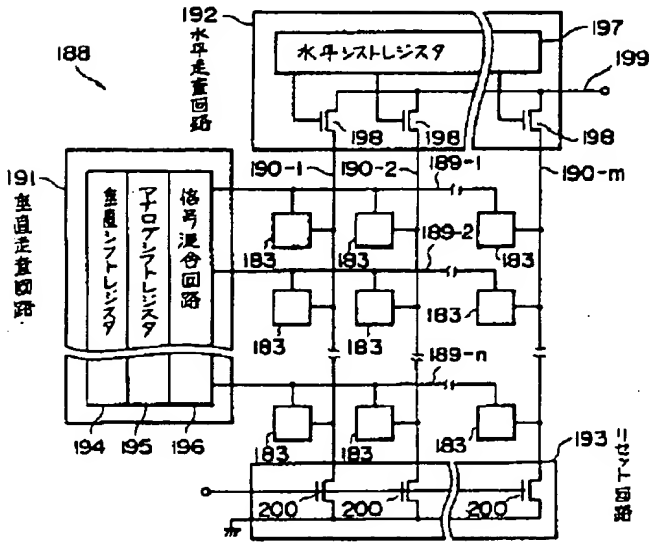
第 32 図



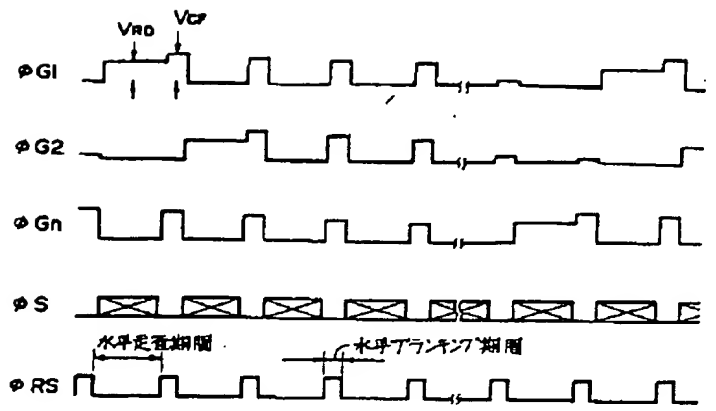
第 34 図



第 35 図



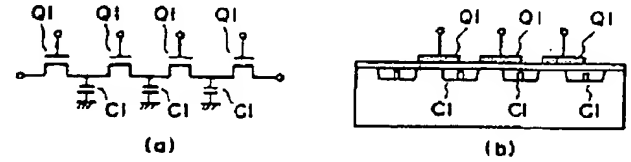
第 36 図



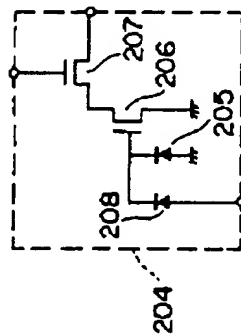
第 37 図



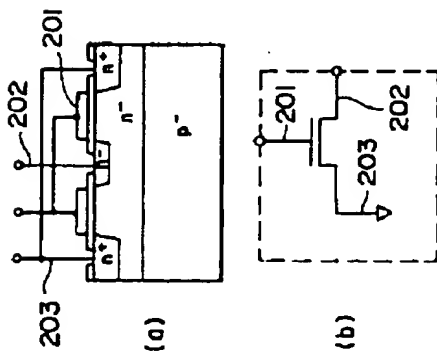
第 38 図



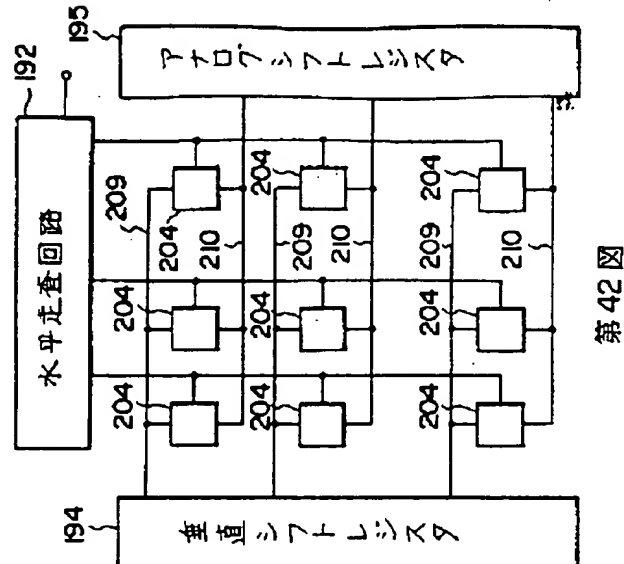
第 39 図



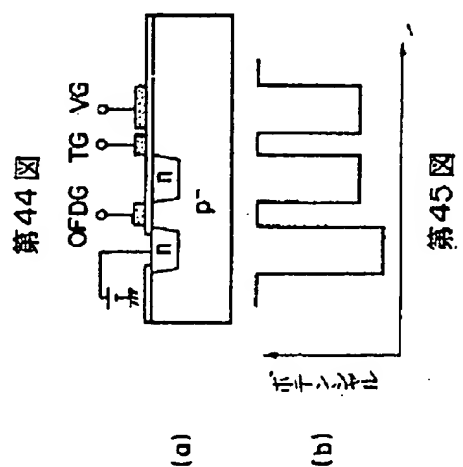
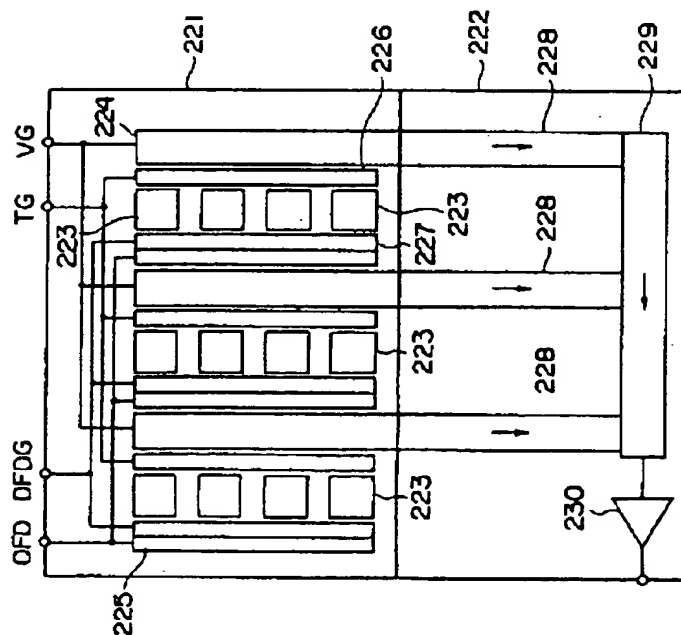
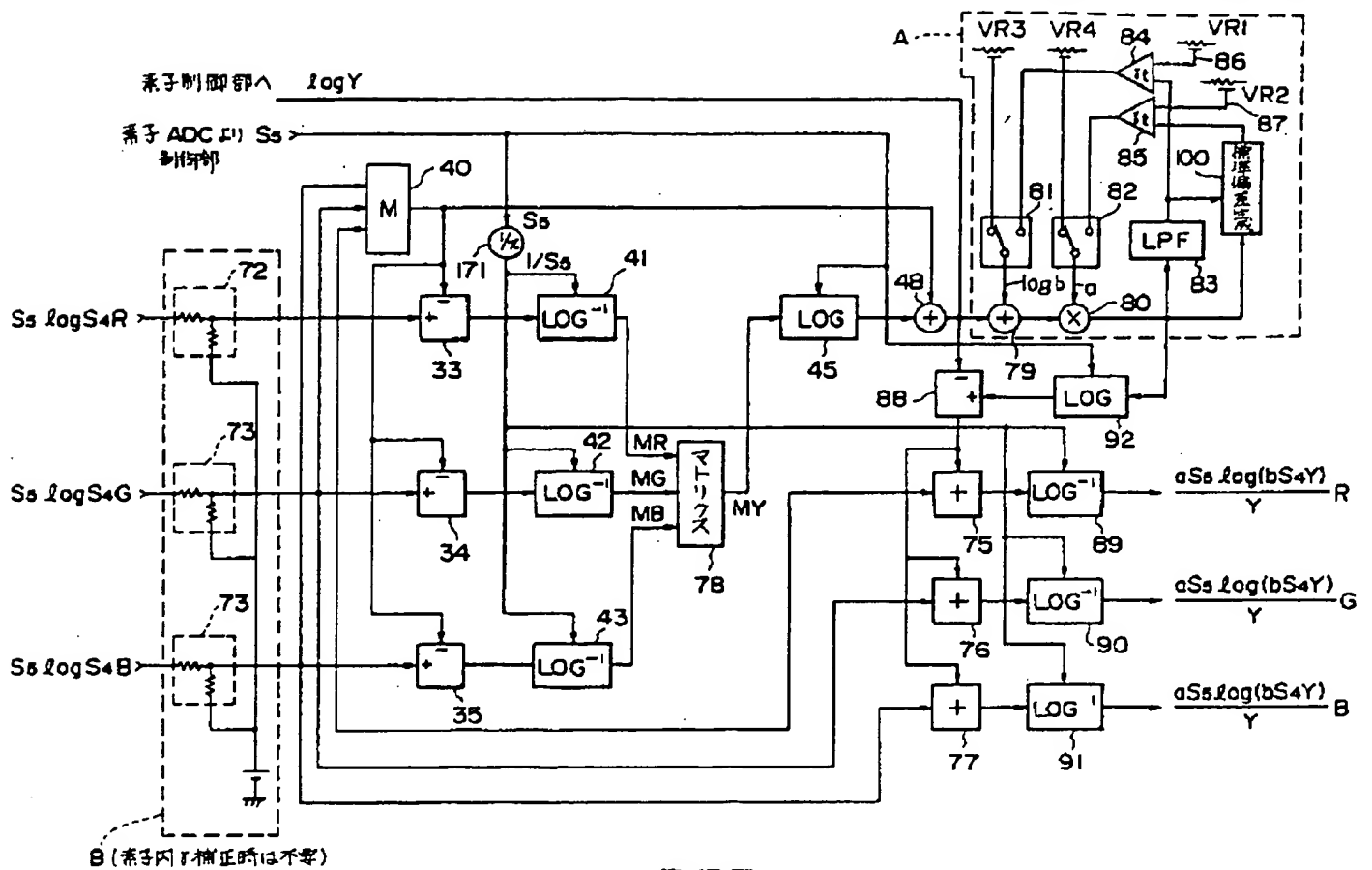
第 41 図

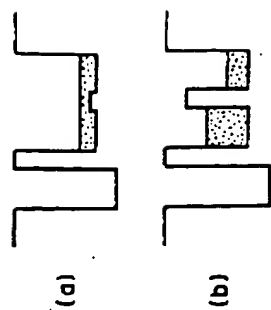


第 40 図

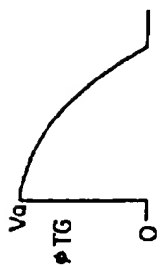


第 42 図

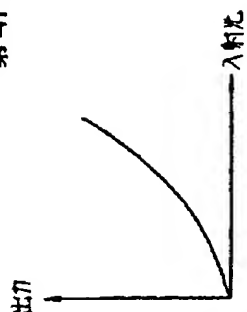




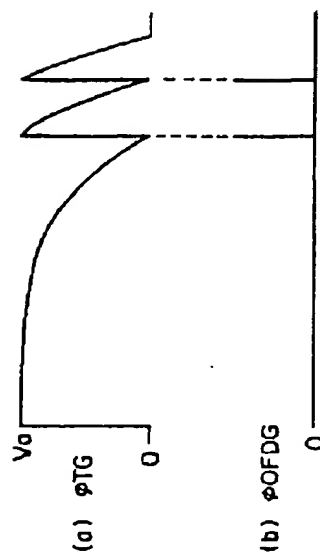
第47図



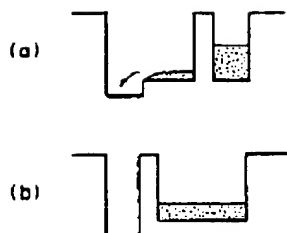
第46図



第48図



第49図

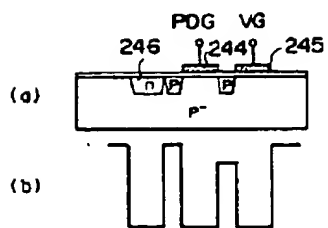


第51図

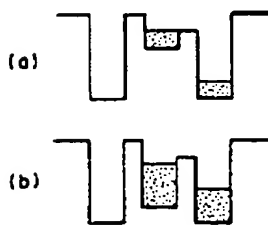


第50図

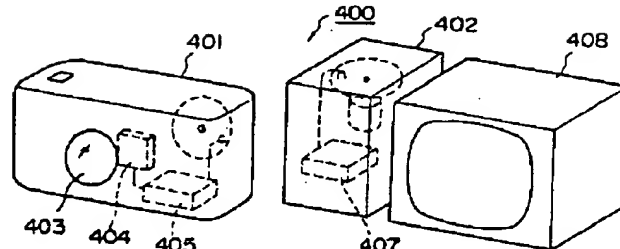
第54図



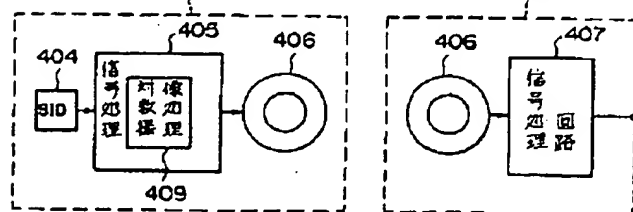
第53図



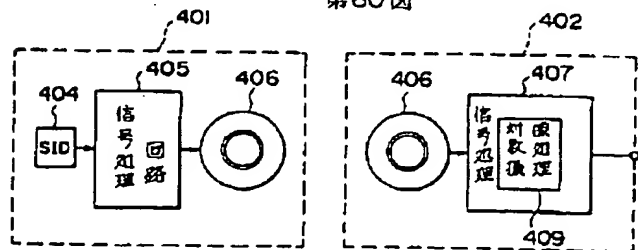
第55図



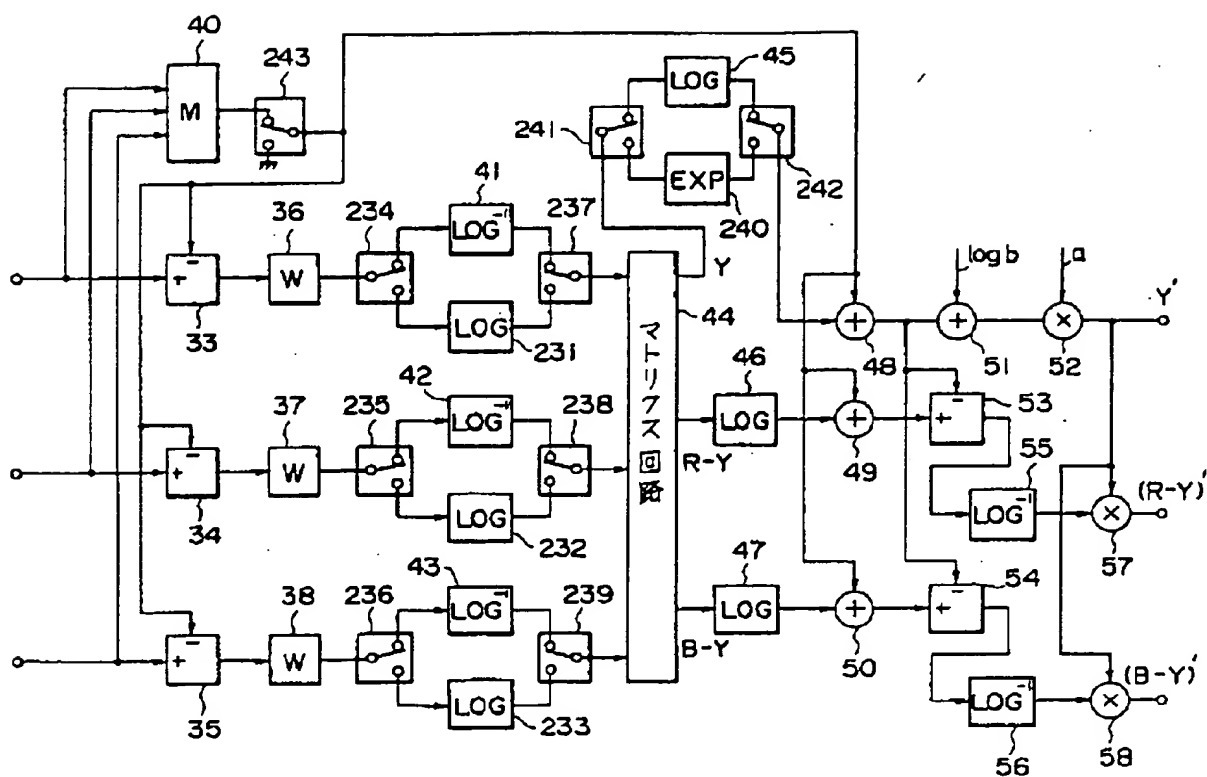
第59図



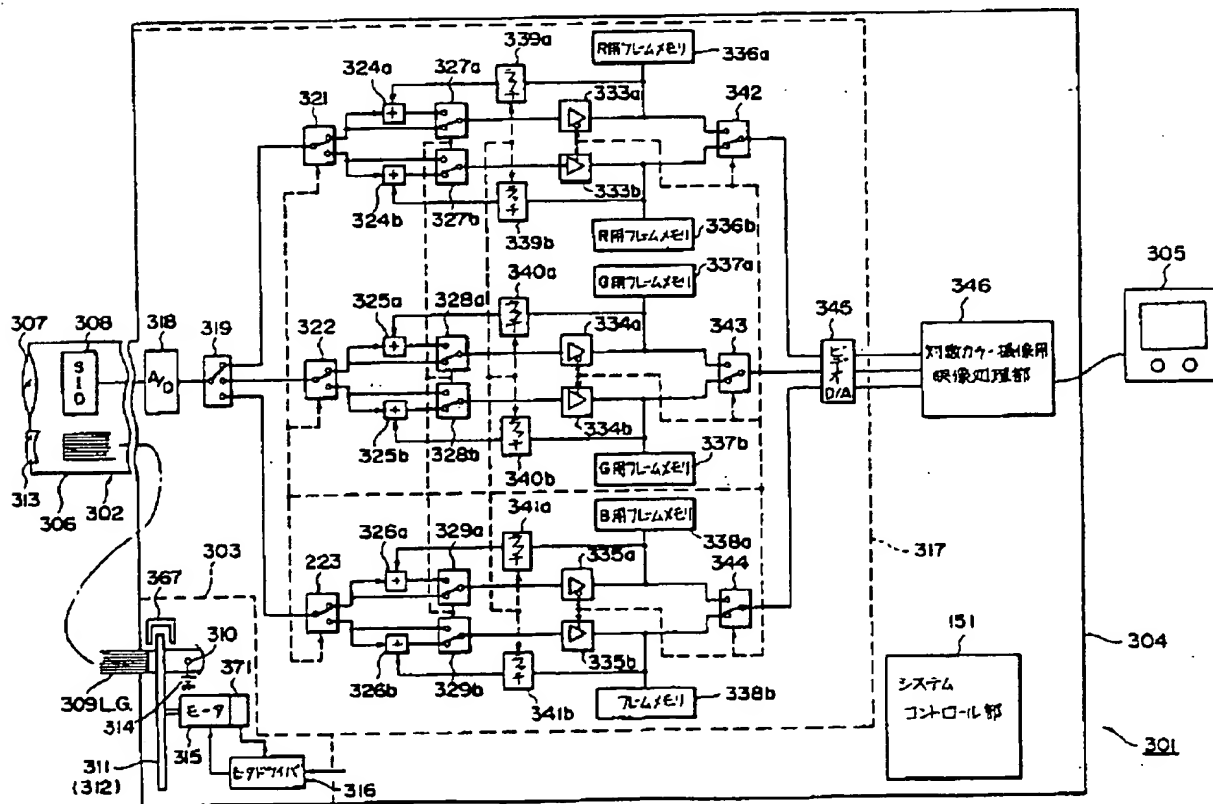
第60図



第61図

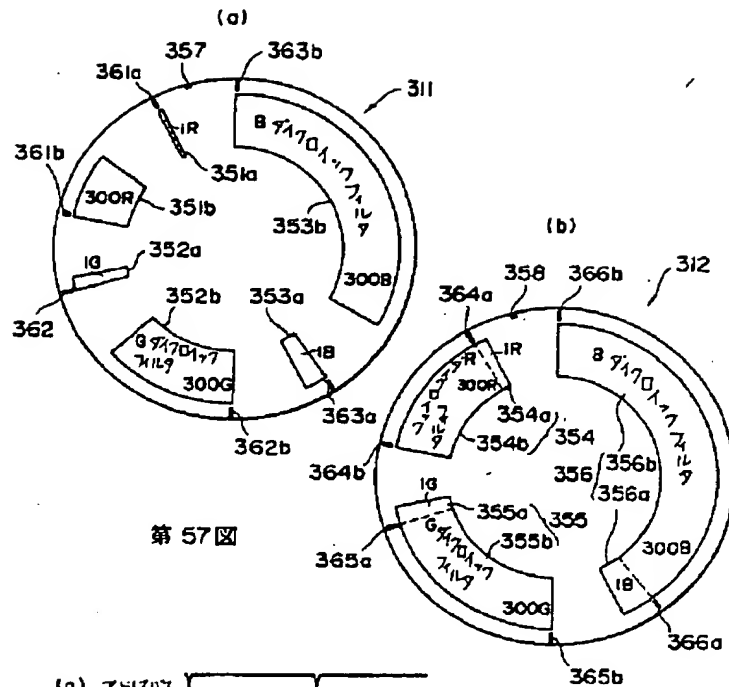


第52図

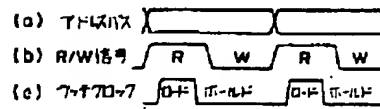


第56図

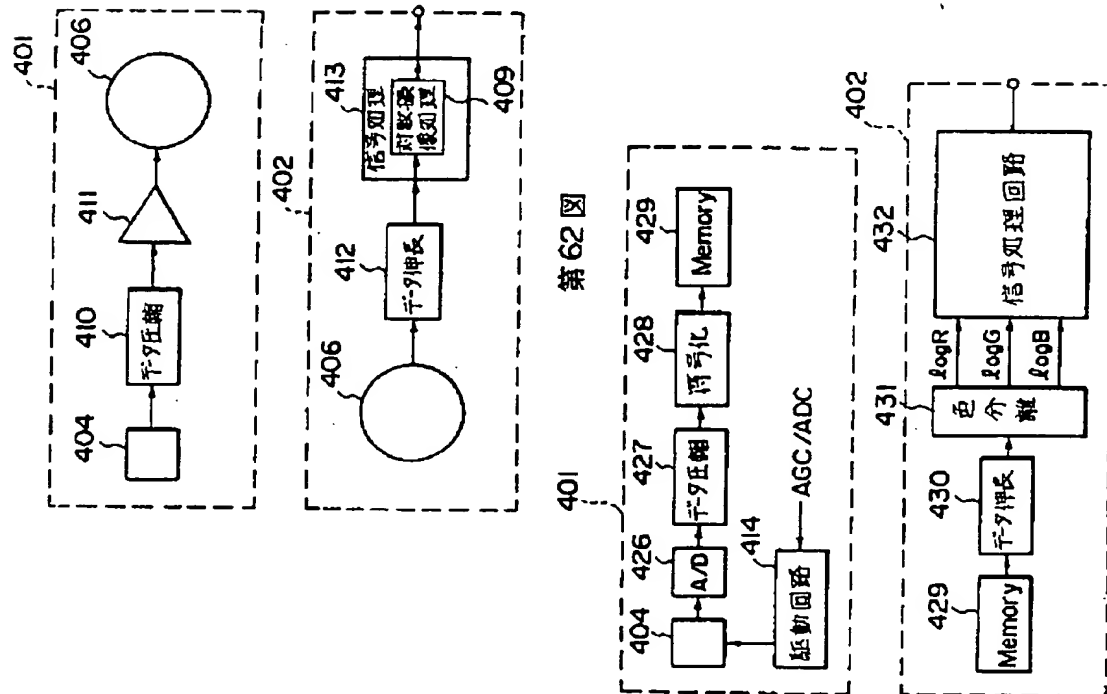




第57図

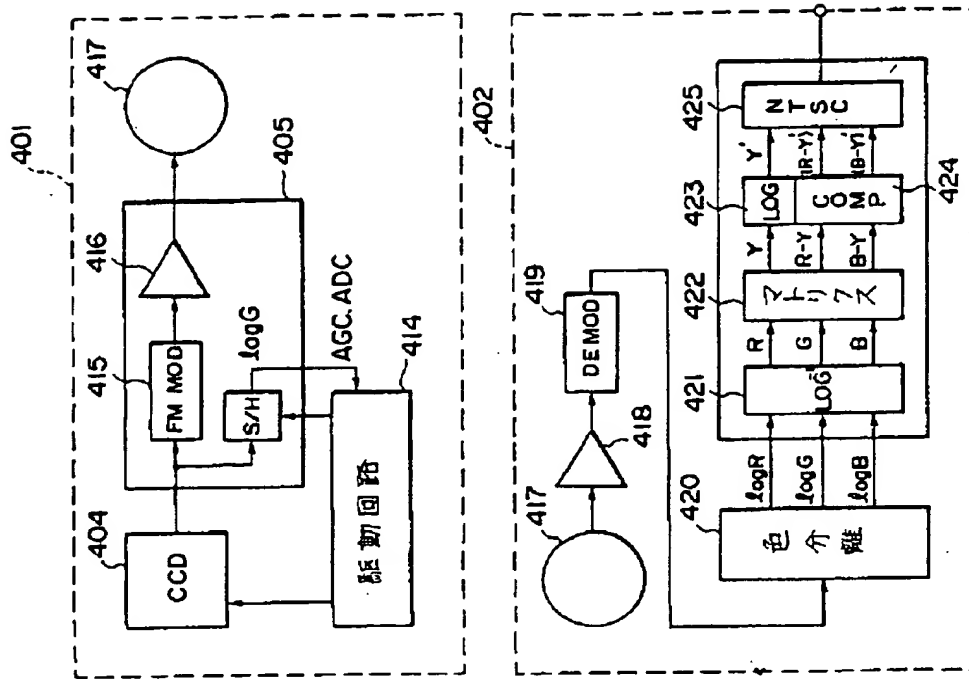


第58図



第62図

第64図



手續補正書(自発)

昭和62年10月30日

特許庁長官 小川 邦 夫 殿

1. 事件の表示 昭和62年特許願第234133号
2. 発明の名称 対数カラー撮像装置

2. 発明の名称 対数カラー撮像装置

3. 補正をする者  
事件との関係 特許出願人

住所 東京都渋谷区幡ヶ谷二丁目43番2号  
 名称 (037) オリンパス光学工業株式会社  
 代表者 下山 敏 郎

名称 (037) オリンパス光学工業株式会社  
代表者 下山 敏 郎

代表者 下山 敏 郎

4. 代理人  
住 所 東京都新宿区西新宿7丁目4番4号  
武蔵ビル6階 ☎(371)3561  
氏 名 (7623) 弁理士 伊 藤 進

住 所 東京都新宿区西新宿7丁目4番4号

武蔵ビル6階 ☎(371) 3561

氏 名 (7623) 弁理士 伊 藤 進

- ## 5. 修正命令の日付 (自 発)

6. 補正の対象 明細書の「発明の詳細な説明」の欄

7. 補正の内容 別紙のとおり

式查 方專

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☒ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**